

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-236181

(43)Date of publication of application : 08.09.1998

(51)Int.Cl.

B60K 28/06
B63B 43/18

(21)Application number : 09-055634

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 24.02.1997

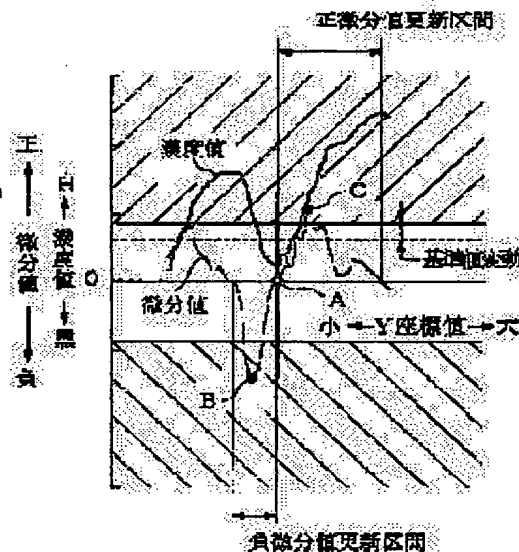
(72)Inventor : KANEDA MASAYUKI

(54) DOZING CONDITION DETECTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a dozing condition stably by detecting the position of eyes accurately.

SOLUTION: In the input image of a face shot by a TV camera, its first point is extracted from the concentration peak of picture element lines in the vertical direction of the face, and a group of curved lines which extend in the horizontal direction of the face are extracted by joining the first points of the picture element lines adjacent to each other. By using characteristics in a general positional relation between eyes and other parts such as eyebrows in the face, of this group of curved lines, the curved lines representing the eyes are identified to detect the position of the eyes. By setting a prescribed area including the position of the eyes, extracting the second point indicating the position of the eyes from it, which is the same as the first point, and detecting the opening of the eyes fore and aft (vertically) based on boundary point intervals of concentration peak, a vigilance degree is discriminated from a change in its opening/closing condition. The extraction of the first and second points is conducted by assigning a concentration peak A where the differential value of the concentration reverses from negative to positive, discriminating whether or not a condition that the minimum and maximum differential values B, C of its front and rear exceed prescribed values is satisfied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-236181

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月 8日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

B 6 0 K 28/06

B 6 0 K 28/06

A

B 6 3 B 43/18

B 6 3 B 43/18

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平9-55634

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月24日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 金田 雅之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 菊谷 公男 (外3名)

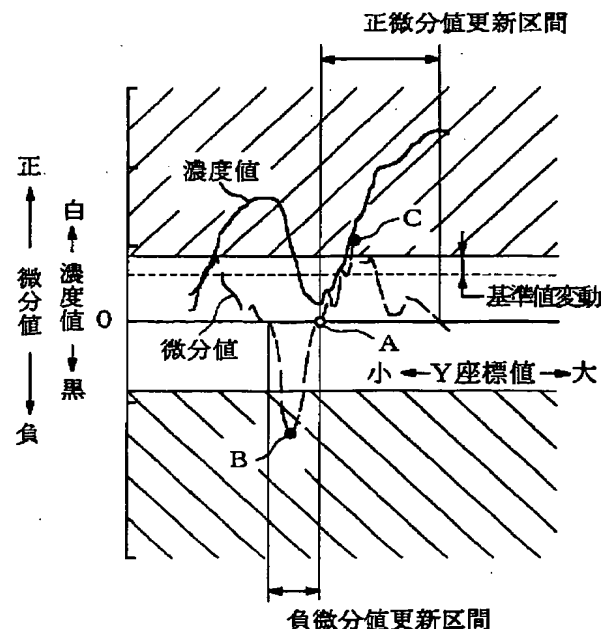
(54) 【発明の名称】 居眠り状態検出装置

(57) 【要約】

【課題】 眼の位置を確実に検出し居眠り状態を安定して検出する。

【解決手段】 TVカメラで撮影された顔の入力画像について、顔の縦方向の画素列の濃度のピークから第1のポイントを抽出し、隣接する画素列の第1のポイントを繋ぎ合わせて顔の横方向に伸びる曲線群を抽出する。この曲線群のなかから顔における眼と眉など他の部分との一般的な位置関係の特徴を利用して、眼を表わす曲線を識別して眼の位置を検出する。次いで眼の位置を含む所定領域を設定し、その中で第1のポイントと同様に眼の位置を示す第2のポイントを抽出するとともに、その前後

(上下)に濃度の高まりの境界点間隔を基に眼の開度を検出しその開閉状態の変化から覚醒度を判定する。第1および第2のポイントの抽出は、濃度の微分値が負から正に反転する濃度ピークAを特定しその前後の最小、最大微分値B、Cが所定値を越える条件を満足するかの判定によって行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 顔の画像データを処理して居眠り状態を検出する居眠り状態検出装置において、顔画像を入力する画像入力手段と、顔の縦方向の画素列に沿って画素の濃度を検出する濃度検出手段と、前記画素列に沿う濃度の片方向のピークの、その前後の濃度微分値が所定値を越える画素を特定して第 1 のポイントを抽出する第 1 のポイント抽出手段と、隣接する画素列の画素列方向に近接した前記第 1 のポイントを連結して顔の横方向に伸びる曲線群を抽出する曲線群の抽出手段と、前記曲線群から眼の曲線を特定して眼の位置を検出する眼の位置検出手段と、眼を含む所定領域内で縦方向の画素列に沿う濃度の片方向のピークの、その前後の濃度微分値が所定値を越える画素を特定して第 2 のポイントを抽出する第 2 のポイント抽出手段と、隣接する画素列の画素列方向に近接した第 2 のポイントの有無による顔の横方向への連続性を判定する連続性判定手段と、連続した第 2 のポイントの抽出データを基に眼の開度を検出する眼の開度検出手段と、前記眼の開度に基づき眼の開閉状態の変化から覚醒度を判定することを特徴とする居眠り状態検出装置。

【請求項 2】 前記第 1 のポイント抽出手段あるいは第 2 のポイント抽出手段は、前記画素列に沿う走査で、所定値を越える濃度の最小微分値を負微分値区間から求めるとともに、微分値が負から正に反転する画素を記憶し、続いた正微分値区間から前記とは別の所定値を越える最大微分値を検出することによって、前記微分値が負から正に反転する画素を抽出し第 1 あるいは第 2 のポイントとすることを特徴とする請求項 1 記載の居眠り状態検出装置。

【請求項 3】 前記第 1 のポイント抽出手段あるいは第 2 のポイント抽出手段は、前記画素列に沿う走査で、所定値を越える濃度の最小微分値を負微分値区間から求めるとともに、微分値が負から正に反転する画素を記憶し、続いた所定区間から前記とは別の所定値を越える正微分値を検出することによって、前記微分値が負から正に反転する画素を抽出し第 1 あるいは第 2 のポイントとすることを特徴とする請求項 1 記載の居眠り状態検出装置。

【請求項 4】 前記第 1 のポイント抽出手段あるいは第 2 のポイント抽出手段は、前記最小微分値と前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値との画素間の距離が判定値以上の場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第 1 あるいは第 2 のポイントの抽出から除外することを特徴とする請求項 3 記載の居眠り状態検出装置。

【請求項 5】 前記第 1 のポイント抽出手段あるいは第 2 のポイント抽出手段は、前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値が検出される前に、前記最小微分値よりさらに小さい値を有する他の最

小微分値がある場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第 1 あるいは第 2 のポイントの抽出から除外することを特徴とする請求項 3 または 4 記載の居眠り状態検出装置。

【請求項 6】 前記第 1 のポイント抽出手段あるいは第 2 のポイント抽出手段は、前記微分値が負から正に反転する画素に続いて、濃度変化のない 0 微分値の画素が所定数以上存在する場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第 1 あるいは第 2 のポイントの抽出から除外することを特徴とする請求項 2、3、4 または 5 記載の居眠り状態検出装置。

【請求項 7】 前記最大微分値あるいは正微分値の大きさ判定を行なう所定値は前記最小微分値に応じて大きさが変化するものであることを特徴とする請求項 2、3、4 または 5 記載の居眠り状態検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顔の画像データを演算処理して、車両の運転者、船舶の操船者、プラント等のオペレータ等の居眠り状態を検出する居眠り状態検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の画像処理による居眠り状態検出装置としては、例えば、特開平 5 - 3 4 6 0 9 4 号公報に記載されたようなものがある。これは、運転者の顔面を撮影した濃淡画像データを二値化処理し、得られた二値化画像において濃度投影、ラベリング処理等を行なうことで眼の位置を検出して、開閉眼の状態変化から居眠り状態を検出するようにしている。

【0003】このほか、濃淡画像を処理対象としたもので、居眠り状態検出にも用いることができる車両運転者の眼の位置検出装置としては、特願平 8 - 1 0 1 9 0 4 号に記載されたようなものを本出願人は提案している。ここでは、被撮影者の顔面画像を用いて顔の縦方向の画素列に沿って画素の濃度を検出し、画素列における濃度の局所的な高まり毎に 1 個ずつの画素を定めて抽出ポイントとし、隣接画素列の画素列方向に近接した抽出ポイントを連結して顔の横方向に伸びる曲線群から眼の位置を検出することによって、居眠り状態を検出するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記前者のものにあつては、図 3 6 に示すように例えば眼に髪の毛が重なってしまった場合、髪の毛は、ほぼ眼と同一階調の濃度値であるため、二値化処理後の画像において眼は単独したラベルにならないので、眼の位置、眼の開閉状態を認識できなくなるという問題があった。

【0005】またこれを解決すべく提案した後者の場合は、コスト的にカメラの画角を固定せざるを得ない。この場合、個人差により図 3 7 に示すように画角に対して

顔の位置が極端に低くなることがある。このような場合、例えば画素列 X a 上の平均濃度値は図 3 8 の (a) に示すようになり、抽出対象としたい眉や眼の他に髪の毛の部分を含むことになる。したがってその微分値分布図 (b) に基づいて眉と眼のポイント p 2、p 3 を抽出するときに、その抽出条件である所定値以下の微分値ピーク q 2、q 3 を持つと同様に髪の毛のポイント p 1 が q 1 を持ち、抽出される。A 1、A 2、A 3 は抽出ポイントの Y 座標を表わす。このように抽出対象として考えている眼、眉、鼻、口などに加え、髪の毛の部分までも抽出対象となることで、眼の選択精度が低下するという問題点があった。本発明は、上記従来の問題に鑑み、運転者の髪型や顔の位置の違いなどに対応でき、眼の位置、開閉状態をより一層確実に検出し居眠り状態検出を常に安定して行なうことができる居眠り状態検出装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】このため、請求項 1 記載の発明は、図 1 に示すように、顔の画像データを処理して居眠り状態を検出する居眠り状態検出装置において、顔画像を入力する画像入力手段 1 と、顔の縦方向の画素列に沿って画素の濃度を検出する濃度検出手段 2 と、前記画素列に沿う濃度の片方向のピークの、その前後の濃度微分値が所定値を越える画素を特定して第 1 のポイント抽出する第 1 のポイント抽出手段 3 と、隣接する画素列の画素列方向に近接した前記第 1 のポイントを連結して顔の横方向に伸びる曲線群を抽出する曲線群の抽出手段 4 と、前記曲線群から眼の曲線を特定して眼の位置を検出する眼の位置検出手段 5 と、眼を含む所定領域内で縦方向の画素列に沿う濃度の片方向のピークの、その前後の濃度微分値が所定値を越える画素を特定して第 2 のポイント抽出する第 2 のポイント抽出手段 6 と、隣接する画素列の画素列方向に近接した第 2 のポイントの有無による顔の横方向への連続性を判定する連続性判定手段 7 と、連続した第 2 のポイントの抽出データを基に眼の開度を検出する眼の開度検出手段 8 と、眼の開度に基づき眼の開閉状態の変化から覚醒度を判定する覚醒度判定手段 9 とを有するものとした。

【0007】請求項 2 記載の発明は、前記第 1 のポイント抽出手段 3 あるいは第 2 のポイント抽出手段 6 が、前記画素列に沿う走査で、所定値を越える濃度の最小微分値を負微分値区間から求めるとともに、微分値が負から正に反転する画素を記憶し、続いた正微分値区間から前記とは別の所定値を越える最大微分値を検出することによって、前記微分値が負から正に反転する画素を抽出し第 1 あるいは第 2 のポイントとするものとした。

【0008】請求項 3 記載の発明するは、前記第 1 のポイント抽出手段 3 あるいは第 2 のポイント抽出手段 6 が、前記画素列に沿う走査で、所定値を越える濃度の最小微分値を負微分値区間から求めるとともに、微分値が

負から正に反転する画素を記憶し、所定区間内で前記とは別の所定値を越える正微分値を検出することによって、前記微分値が負から正に反転する画素を抽出し第 1 あるいは第 2 のポイントとするものとした。

【0009】また、前記第 1 のポイント抽出手段 3 あるいは第 2 のポイント抽出手段 6 において、前記最小微分値と前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値の画素間の距離が判定値以上の場合には、微分値が負から正に反転する画素を第 1 あるいは第 2 のポイントの抽出から除外する処理を施すことが可能である。

【0010】さらに、前記第 1 のポイント抽出手段 3 あるいは第 2 のポイント抽出手段 6 において、前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値が検出される前に、前記最小微分値よりさらに小さい値を有する他の最小微分値がある場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第 1 あるいは第 2 のポイントの抽出から除外する処理を施すことも可能である。

【0011】なお、前記微分値が負から正に反転する画素に続いて、濃度変化のない 0 微分値の画素が所定数以上に存在する場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第 1 あるいは第 2 のポイントの抽出から除外するのが望ましい。前記最大微分値あるいは正微分値の大きさ判定を行なう所定値は前記最小微分値に応じて大きさが変化するの望ましい。

【0012】

【作用】請求項 1 記載の発明では、まず、画像入力手段 1 で入力された顔画像について、濃度検出手段 2 により縦方向の画素列に沿って画素の濃度が検出される。そして、第 1 のポイント抽出手段 3 が、前後に所定値以上の微分値を有する濃度のピークの画素を抽出して第 1 のポイントとする。曲線群の抽出手段 4 が第 1 のポイントを隣接する画素列間で近接したものを繋げ、顔の横方向に伸びる曲線群を抽出する。個々の曲線は、画像の明るい部分を横方向に横断する暗い部分を代表しており、眼、眉、口等を表わす。眼の位置検出手段 5 は、たとえば眼は顔の両側にあり、眼と眉とは上下に近い位置にあるという特徴を利用して、上記の曲線群から眼を表わす曲線を識別して眼の位置を検出する。

【0013】次いで、第 2 のポイント抽出手段 6 において、眼の位置を含む所定領域を設定し、その中で第 1 のポイントと同様に第 2 のポイント抽出する。第 2 のポイントが隣接する画素列間で近接して顔の横方向へ連続することを連続性判定手段 7 で確認したあと、第 2 のポイントの抽出データを基に開度検出手段 8 が眼の開度を検出する。そして、覚醒度判定手段 9 において、眼の開度に基づいて眼の開閉状態の変化から覚醒度を判定する。

【0014】顔の横方向に伸びる曲線群を抽出したうえで、顔における眼と眉など他の部分との一般的な位置関

係の特徴を利用して、眼を表わす曲線を識別して眼の位置を検出するので、被撮影者の体格や姿勢の違いなどがあっても容易確実に眼の位置を検出することができる。

【0015】請求項2記載の発明では、微分値が負から正に反転する画素は濃度のピークに対応しており、前記第1のポイントあるいは第2のポイントとして抽出する際、微分値が反転する前後の負、正微分値区間から最小、最大微分値を求め、所定値による強度判定を行なうので、抽出されたポイントは境界のはっきりする暗い部分の代表となり、眉、眼、口などに対応する。しわ、影、等境界のはっきりしない暗い部分はピーク前後の微分値強度が小さいので抽出対象から振り落とされ、質の高い抽出となる。また、抽出ポイントは濃度のピークを代表しており眼、眉、口のほぼ中心位置に対応する。

【0016】請求項3記載の発明では、負微分値区間から所定値を越える最小微分値を検出し、微分値が負から正に反転する画素を前記第1のポイントあるいは第2のポイントとして抽出する際、所定区間内で所定値を越える正微分値を用いて強度判定を行なうので、最大値の求めが不要となり、濃度値分布が歪んだり、変形したりした場合でもポイント抽出が可能となる。

【0017】また、前記最小微分値と前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値の画素間の距離が判定値以上の場合には、微分値が負から正に反転する画素を第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するようにすると、微分値の分布曲線の変形による誤抽出が防止される。

【0018】さらに、前記第1のポイント抽出手段あるいは第2のポイント抽出手段において、前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値が検出される前に、前記最小微分値よりさらに小さい値を有する他の最小微分値がある場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するようにすると、微分値の分布曲線の変形による誤抽出が防止される。

【0019】なお、前記微分値が負から正に反転する画素に続いて、濃度変化のない画素が所定数以上に存在する場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するようにすると、髪の毛などによる誤抽出が防止される。前記最大微分値あるいは正微分値の大きさ判定を行なう所定値を前記最小微分値に応じて大きさを変化させるようにすれば、検出したい対象の濃度変化特徴に合わせポイントをさらに高い精度で抽出することがである。

【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明を自動車の運転者の居眠り状態警報に適用した実施例について図面を参照して説明する。図2は、実施例の構成を示す図である。自動車のインストルメントパネルに、運転者の顔部分を正面から撮影するTVカメラ21が設置されている。TV

カメラ21で撮影された入力画像は、横(X)方向512画素、縦(Y)方向480画素で構成されており、A/D変換器22で画素毎のアナログ電圧を例えば256段階のデジタル値に変換されて、画像メモリ23に格納される。

【0021】画像メモリ23には、画像データ演算回路24が接続されている。画像データ演算回路24は、画像メモリ23に格納された入力画像データに基づいて顔の縦方向の画素列の濃度を検出し、画素列における濃度の局所的な高まりとその濃度変化状態により後述する第1のポイントを抽出し、第1のポイントの位置を示す二次元データを内蔵のポイントメモリに記憶する。そして、各画素列について第1のポイントを抽出した後、隣接する画素列の画素列方向に近接した第1のポイントを繋げて顔の横方向への曲線群を抽出する。

【0022】画像データ演算回路24には、眼の位置検出回路25が接続され、続いて開閉眼検出回路26が接続されている。眼の位置検出回路25は、曲線群から眼の選択を行うことで眼の位置を検出する。開閉眼検出回路26は、位置検出された眼を含む所定領域内で縦方向への濃度の高まりとその濃度の変化状態により後述する第2のポイントを抽出し、第2のポイントの位置を示す二次元データを内蔵のポイントメモリに記憶する。そして、顔の横方向への第2のポイントの連続性を判定して、連続データ内から眼の開度値を検出する。

【0023】開閉眼検出回路26には覚醒度判定回路27が接続され、覚醒度判定回路27は開閉眼検出回路26より送出される開閉眼の検出結果から覚醒度を判定する。この覚醒度判定回路27には警報装置28が接続され、覚醒度が低下した居眠り状態の判定信号を受けて警報を発生する。

【0024】次に、上記構成における制御動作の流れを図3のフローチャートにより説明する。ステップ31では、TVカメラ21によって運転者の顔部分が撮影される。ステップ32では、A/D変換器22によって画素の濃度がデジタル値に変換された上で、画像メモリ23に1フレームの画像に対応する画像データが格納される。

【0025】ステップ33では、画像データ演算回路24において、眼の存在領域が設定されているかどうかをチェックし、設定されていればステップ36へ進み、設定されていなければステップ34へ進む。ここで、眼の存在領域とは、後に図13により説明するが、眼を含む所定領域100を示し、眼の開度検出の処理を行う領域である。また、この眼を含む所定領域100は、眼の追跡領域としても用いられる。ステップ34では、眼の位置検出回路25で、眼の位置検出を行う。眼の位置検出の詳細について、図4のフローチャート及び図5～図9の説明図により後述する。

【0026】ステップ35では、眼を含む所定領域100

0の横方向(X方向)の幅と縦方向(Y方向)の幅を定め、眼の存在領域(眼を含む所定領域)100の設定を行いステップ36に進む。ステップ36では、開閉眼検出回路26において、眼の開度検出を行う。眼の開度検出の詳細については、図10のフローチャート及び図11、図12の説明図により後述する。

【0027】ステップ37では、ステップ36で検出された眼の開度値より眼が正しく追跡されているか否かをチェックし、正しく追跡されていればステップ38へ進み、正しく追跡されていないと判断されたときはステップ311へ進む。ステップ38では、眼の開度値により開眼状態か閉眼状態かの判定を行う。続いてステップ39では、眼の追跡、つまり眼の存在領域の変更を行う。眼の追跡の詳細については、図13により後述する。

【0028】ステップ310では、覚醒度の判定を覚醒度判定回路27により行い、覚醒状態であればステップ31に戻り、次のフレームの処理に移る。覚醒状態でなければ、ステップ312に進み、運転者を覚醒させるため警報装置28を動作させて居眠り警報を発生させ、その後ステップ31に戻る。ステップ311では、眼の開度値と眼の存在領域をクリアして、ステップ31に戻り、次のフレームの処理に移る。なお、上記のうちステップ31～32が本発明における画像入力手段を構成している。

【0029】図4は、ステップ34における眼の位置検出の処理動作の詳細を示す。ここでは、図5に示すようにY軸方向に480画素のライン(画素列)上のデータに対して、それぞれの画素列の濃度値データを演算処理して第1のポイントとなる画素(Y座標)を特定する。すなわち、画素列上の濃度値の大きな変化を求め、その局所的なピークを第1のポイントとする。このようなポイント抽出の処理を行い、1ライン終了すると、一つ隣のラインの処理に移行する。そこでまず、ステップ41では、所定方向(Y軸方向)の全ラインについてポイント抽出が終了したかどうかをチェックする。

【0030】ステップ41で全ラインの第1のポイント抽出が終了していないと判断されたときには、ステップ42に進む。ステップ42では、所定方向の1ラインにおいて濃度値の相加平均演算を行い、画素列上の相加平均濃度値を求める。この処理は、画像データ撮影時の濃度値の変化の小さいバラツキを無くして濃度値の大局的な変化を捉えることを目的としている。例えば、図5に示す画素列Xaからは図6の(a)に示すような相加平均濃度値が算出される。

【0031】ステップ43では、ステップ42で算出した所定方向の1ライン相加平均濃度値を微分する。図6の(a)に示す相加平均濃度値からは同図の(b)に示す微分値(微分データ)が得られる。次のステップ44では、ステップ43の演算結果である図6の(b)の微分値により、同図の(a)における相加平均濃度が下向

きに凸となる暗さのピークに対応するポイント(Y座標)の抽出を行なう。微分値が負から正に反転するY座標は、暗さのピークに対応しており、眼、眉、口などの位置を示す座標となる。この濃度のピークポイントを、その前後の濃度値の変化すなわち微分値が所定値以下あるいは以上であるか否かの判定によって第1のポイントとして抽出する。このポイントの抽出方法は、後に詳細に説明する。ステップ45では、第1のポイントを抽出するポイント抽出の処理が1ライン終了すると、次のラインの処理に切り換え、ステップ41へ戻り、処理を繰り返す。

【0032】ステップ41で全ラインのポイント抽出が終了したと判断されたときには、図7に示すような眼、眉、口などを代表する第1のポイントが抽出されていることになる。つまり、図7のラインXc上では、2つの第1のポイントA1、A2が抽出されており、ラインXd上では、A1、A2、A3、A4の4つの第1のポイントが抽出されている。ステップ42が本発明の濃度検出手段を構成するとともに、このステップ42およびステップ43、44が第1のポイント抽出手段を構成している。

【0033】ステップ41で全ラインに関して第1のポイントの抽出が終了したと判断されると、ステップ46において、隣り合う各ラインの第1のポイントのY座標値A1、A2、A3、...を比較する。そして、Y座標値の差が所定値(例えば10画素)以内の場合には、X軸方向につなげてグループ化し、①連続データのグループ番号、②連続開始ライン番号、③連続データ数を記憶する。

【0034】ステップ46の具体的な処理内容を図8を用いて説明する。ここでは、簡単にするためライン(画素列)を11本として説明する。ライン1～11でそれぞれ抽出された第1のポイントは、ポイントごとに、①グループ番号(G)、Y座標値(Y値)、③連続個数(N)を付与されて連結データを形成している。図8に示される34個のポイントは、10個のグループにまとめられている。

【0035】ライン1には、Y座標値192と229の2つの第1のポイントがある。ライン1のY座標値が192のポイントの左隣にはラインが存在しないので、この段階では、他の連続データはないので、連続データのグループ番号①は1となる。また、Y座標値229のポイントも同様の理由でこの段階での連続データは上記1には存在しないので、連続データのグループ番号①は、次の2とする。

【0036】次に、右隣のライン2には、Y座標値が191と224の2つの抽出ポイントがある。ライン2のY座標値191のポイントは、左隣のライン1のY座標値192と10画素以内のポイントであるため、抽出ポイント192とつなげる抽出ポイントとして、連続デー

10

20

30

40

50

タのグループ番号①を1とする。このとき、連続データ数③は2となる。ライン2のY座標値224のポイントについても、同様に判定を行い、連続データのグループ番号①は2、連続データ数③は2とする。

【0037】次のライン3のY座標値360のポイントでは、左隣のライン2に360とY軸方向の画素数10以内になるポイントが存在しないので、①の連続データのグループ番号は3となり、③の連続データ数は1となる。なお、ステップ46における、②連続開始ライン番号は、③の連続データ数が1と判断されるポイントに有するライン番号のことをいう。従って、例えば、Y座標値360のポイントでは3となる。ステップ46では、このようにして各ラインのポイントの連続性の判断を全ラインについて終了するまでに行い、曲線群を得る。終了するとステップ47へ移行する。

【0038】ステップ47では、まず、④連続データグループの連続データ数を評価する。本実施例では、連続データ数が5個以上あるときに、有効な連続データグループを形成しているとする。次いで、有効連続データグループについて、眼の位置の候補点データを形成する。同じ連続データグループ番号を持つポイントのY座標値の平均を算出して、連続ポイントの平均値として記憶する。この値は、そのグループの代表Y座標値として用いられる。また、連続開始ラインとその連続データ数から連続終了ラインを求め、⑤連続開始ラインと連続終了ラインのX座標値の平均値を算出して記憶する。この値は、そのグループの代表X座標値となる。

【0039】ステップ48では、ステップ47で得られた各連続グループデータを基に、各連続グループの長さ、および(X、Y)座標の位置関係から眼の位置を検出する。すなわち、眼の特徴量を考えると、横に長く、上に凸型の弓形状であると定義づけることができる。この定義づけに基づいて連結データの絞り込みを行うと、眼は横に長いという条件から、ポイント連続数が5ポイント以上続き、また、弓形状であるという条件から、連続開始ポイントと連続終了ポイントのY座標値の差の小さい連続データを眼の候補として絞り込むことができる。これに基づき連続データの絞り込みを行うと、図9の(a)に示すようなグループG1～G6が有効データグループとして抽出される。

【0040】次に、前述のステップ47で算出した各グループのX、Y代表座標値の位置を考えると、図9の(b)に示すように、X座標方向での接近度合いにより、ZONE:L、ZONE:C、ZONE:Rに分類できる。これは、左眼と右眼とはX座標方向に大きく離れ、すなわち、顔の左右ほぼ対称に分かれ、左眼と左眉とはX座標方向に大きく離れることはなく、右眼と右眉も互いにX座標方向に大きく離れることはない。また、鼻下の影により連結データとなったものや、口の連結データは中央部付近に位置する。

【0041】このようにX座標方向の接近度合いで、更にデータを分類し、データを絞り込んでいくことで眼の位置を容易に検出することができる。ZONE:Lに含まれる連結データは、左眼と左眉であり、ZONE:Rに含まれる連結データは右眼と右眉であると判定すると、図9の(a)では、眼の位置はG3とG4であり、その座標値も特定できる。ステップ46が発明の曲線群の抽出手段を構成し、ステップ47、48が眼の位置検出手段を構成している。

【0042】図10は、図3に示したステップ36における眼の開度検出の処理動作の詳細を示す。ここでは、図11の(a)に示すようにY軸方向にライン(画素列)上のデータに対して第2のポイント抽出の処理を行ない、1ライン終了後に、1つ隣のラインの処理に移行する。そこでまず、ステップ51では、眼を含む所定領域100内で、Y軸方向にライン上のデータに対して前記眼の位置検出と同様のポイント抽出処理が終了したかどうかをチェックする。

【0043】ステップ51のチェックで、全ラインについての第2のポイントの抽出が終了していないと判断されたときは、ステップ52へ進む。ステップ52では、縦方向の1ラインの濃度値の相加平均演算を行う。この処理は、画像データ撮影時の濃度値の変化の小さなばらつきをなくすことを目的としており、濃度値の大局的な変化を捉えるために行う。図11の(b)は、同図の(a)の画素列Xcのラインデータの相加平均演算の処理結果を示す。続いてステップ53では、ステップ52で算出した相加平均値について微分演算を行う。処理結果を図11の(c)に示す。

【0044】次のステップ54では、まず、ステップ53で算出した微分値により第2のポイント抽出を行う。この第2のポイントの抽出方法は、前記第1のポイントと同様に後に詳細に説明する。図11の(c)の微分値が負から正に変化するポイントAは、同図の(b)においてグラフが左向きに凸になるポイントとなり、濃度のピークポイントとなる。そのピークポイントの前後の微分値が所定以下あるいは以上であるか否か、すなわち図11の(c)のようにハッチング部分に入っているか否かを判定することによって、濃度のピークポイントを第2のポイントとして抽出する。そして、この条件を満足する微分値をもつポイントB、Cを抽出する。ポイントBは微分値の負の最大値、ポイントCは所定値を越えた正の微分値の点となり、第2のポイントを含む縦方向の画素列に沿う暗部と明かるい部分の境界点を表わしている。ステップ52～54は本発明の第2のポイント抽出手段を構成している。

【0045】ステップ55では、第2のポイントが存在するか否かをチェックし、存在すればステップ56へ進み、存在しなければステップ511へ進む。ステップ56では、まずライン上の第2のポイントAの前後の微分

値の最大値であるポイントBとポイントC点のY座標方向の間隔Hを求める。すなわち第2のポイントを含む画素列に沿う暗部の長さを求める。次いで、縦方向の画素列においてポイントBとポイントCが連続して存在する場合には、各ラインについてその間隔Hを比較して、最大値を更新する。

【0046】ステップ57では、各ラインにおいての第2のポイントが連続して存在しているときに、第2のポイントのX軸方向への連続数のカウントアップを行う。ステップ58では、第2のポイントの連続数が所定値を越えたか否かを判定し、越えていればステップ59へ進み、越えていなければステップ510へ進む。ステップ510では、処理を次のラインへ切り換えてステップ51へ戻り、切り換えたラインについて上記の処理を繰り返す。こうして第2のポイントの連続数が所定値になるまで同じ処理を続ける。

【0047】この処理中に、抽出ポイントの連続性が途切れて、ステップ55のチェックで第2のポイントが存在しないと判定されたときは、ステップ511へ移行する。ステップ511では、ステップ56で更新した抽出点BとCの間隔の最大値とカウンターをクリアしてステップ510へ進み、ステップ510では次のラインへの切り換えを行いステップ51へ戻る。

【0048】そして、ステップ58で第2のポイントの連続性が所定値を超えたときは、ステップ59へ移行する。ステップ59では、ポイントB、Cの間隔の最大値を更新して記憶する。ステップ59ではまた、連続データ内での最大値のメモリの更新と、所定値を越える他の連続データ間での更新も行う。

【0049】また、請求項2で定義する微分値が負から正に反転する画素に続く正微分値区間を設定する。後述の図15、図20、図21の第2ポイントの抽出条件では、図11のXCライン上のように眼の中心に輝点が入ったときは、濃度の暗いピーク点が2つとなり、最大微分値が小さくなるので、ハッチング部分である所定値に入らないことがある。このように、第2のポイントの抽出条件を満足しないため、抽出ポイントの連続性が途切れることがあり、眼のデータが図12の(a)に例示するようにL1とL2に分割されることがある。しかし、このような場合においても、ステップ58の連続数の所定数を眼の半分弱の長さに設定することにより、L1、L2の両者が所定値を越える連続データとして抽出され、ステップ59のポイントBとポイントCの間隔の最大値の更新が、H1maxとH2maxにより行われる。

【0050】もちろん、眼球に輝点が入ったにも拘わらず、第2のポイントAと、眼とその周囲の明かるい部分との境界点を示すポイントB、Cを連続して抽出できれば、図12の(b)のように眼が一つの連続データL1として扱われ、連続データ内の最大値H1maxがメモ

リに記憶されることになる。なお、図12において、D1、D2、D3区間はステップ54での第2のポイントの抽出条件を満たす抽出点のない箇所を、L1、L2区間は抽出点が存在する箇所を示している。

【0051】一方、ステップ51において上述した処理が終了したと判定されると、ステップ512へ移行し、ポイントB、Cの間隔の最大値Hmaxを眼の開度値として出力する。ここでは、ステップ57、58が本発明の連続性判定手段を構成し、ステップ56、59、511、512が眼の開度検出手段を構成している。

【0052】次に図3のフローチャートのステップ37、39、311における眼の追跡および追跡ミスしたときの復帰方法を図13、図14により説明する。図3のフローチャートに基づいて、システムをスタートさせた直後には、第1フレームでは、当然眼の存在領域(眼を含む所定領域)は設定されていない。したがって、ステップ33のチェックで眼の存在領域はないと判断され、ステップ34の眼の位置検出を経て、ステップ35で眼の存在領域100が設定される。このとき、眼の中心座標と眼の存在領域100の中心座標は図13の(a)に示すように一致している。

【0053】第1フレームについて一連の処理が終了して第2フレームの処理に移り、処理が再びステップ33へ進むと、今度はすでに眼の存在領域100が設定されているため、眼の存在領域ありと判定される。これにより次はステップ36へ進んで眼の開度検出を行ったあと、ステップ37へ進む。このとき、眼が正しく捉えられている場合には、例えば図13の(b)に示すようになる。ここでは、眼の存在領域100は第1フレームで設定された位置にあるのに対し、眼の位置は2フレーム目に取り込まれた第2フレームの画像データにおける眼の位置であるため、顔の動きなどにより、眼の中心点は眼の存在領域100の中心に対してずれた位置にある。しかし、眼の存在領域100の境界に眼が接しないかぎり、これまで説明してきた眼の開度検出を行うことができる。

【0054】ステップ39では、このようにして捉えられた図13の(b)の眼の中心座標に眼の存在領域100の基準点を変更する。これにより、運転者の顔の動きに対応させることができる。図13の(c)、(d)はそれぞれ第3フレーム、第4フレームで取り込まれた顔の画像データにおける眼の位置と眼の存在領域100との位置関係を示したものである。前フレームの処理において眼の存在領域100の変更が行われているので、眼の中心座標と眼の存在領域100の中心座標とのずれは小さくなっている。

【0055】ステップ37での眼の追跡が正しくなされているか否かの確認は、眼の開度値を用いて行なわれる。すなわち、被撮影者である運転者が特定されてしまえば、眼の開度値は開眼時～閉眼時の範囲で変化するだ

10

20

30

40

50

けであることから、この範囲外の値が出力されたときは、眼の追跡ミスがあったと判定する。この場合は、ステップ311へ移行して、眼の開度の出力値と眼の存在領域をクリアし、次のフレーム処理に移行する。そしてステップ33で、再び顔全体からの処理に入る。

【0056】つぎに、ステップ38における開閉眼の判定の基準値について説明する。前述のように、運転者が特定された場合、眼の開度の出力値は開眼状態から閉眼状態の間で変化するから、開・閉眼の判定を行う基準値つまり開閉眼を判定するスレッシュホールドは、その範囲内にあることになる。ここでは、居眠り状態の人は熟睡状態ではないため、完全に眼の閉じない場合もあることから、開眼・閉眼の中央値をスレッシュホールドとしている。

【0057】つぎに、図3のフローチャートのステップ310における覚醒度の判定について説明する。図14は、ステップ38で出力される判定結果を示す開閉眼パターンである。この開眼パターン上で覚醒度判定区間（例えば1分程度）に出力される閉眼積算値が所定値（例えば5）以上であるかどうかをチェックすることにより、覚醒度を判定する。図14の例においては閉眼（close）の積算値が7となっているので居眠りと判定する。このようにして得られた覚醒度により居眠り状態を検出することが可能となり、的確に警報装置を作動させ、居眠り状態を解消させ、未然に居眠り事故等を防ぐことができる。

【0058】最後に、図4のステップ44における第1のポイント、および図10のステップ55における第2のポイント抽出の詳細をフローチャートに基づいて説明する。ここでは、図15に示すように特定されたライン上の微分値データに対して、微分値が負から正に反転するポイントAを抽出する。抽出されたポイントAに達するまでの負微分値更新区間（負微分値区間）において微分値のピーク値である最小値が所定値以下、ポイントA以降の正微分値更新区間（正微分値区間）において微分値のピーク値である最大微分値が所定値以上かどうかを判別し、すなわち負微分値更新区間内のピークポイントBと、正微分値更新区間内のピークポイントCがハッチング部分に入るという条件を満足する場合に、抽出されたポイントAを第1あるいは第2のポイントとする。

【0059】そこで、眼の位置検出回路25および開閉眼検出回路26に、ポイントのデータを記憶するポイントメモリの他にメモリslmin、メモリslmax、メモリokslid、カウンタf10、カウンタm、フラグflmaxが備えられる。メモリslminは負微分値更新区間内の最小微分値を記憶するものである。メモリslmaxは正微分値更新区間内の最大微分値を記憶するものである。カウンタf10は微分値が0となり、かつ連続して検出されるときにその個数を計数するものである。カウンタmは各ライン毎の抽出ポイント数を計

数するものである。フラグflmaxは微分値が負から正に変わるときに設定されるものである。メモリokslidは抽出されたポイントのY座標を記憶するものである。

【0060】まず、図16のステップ81で、ポイント抽出の対象となるラインを特定して、ポイント抽出の処理を開始する。ステップ82では、各メモリ、カウンタ、フラグの初期化を行なう。これによって、メモリslminが0、メモリslmaxが1000、カウンタf10が0、フラグflmaxが0、カウンタmが0に設定される。ステップ83では、1つのライン上の全ての微分値について大きさ判定を行なったかどうかをチェックする。全ての微分値についての大きさ判定を行っていない場合は、ステップ84へ進む。

【0061】ステップ84では、判定対象となっている微分値が負であるか否かを判断し、負の場合はステップ85へ進み、ここではその微分値がメモリslminが記憶した微分値より小さいかどうかを判定する。判定対象の微分値が記憶値より小さくなければ、図17のステップ87へ進み、判定対象の微分値が記憶値より小さければステップ86で、メモリslmin内の記憶値を更新して、図17のステップ87へ進む。

【0062】ステップ87では、フラグflmaxが設定されているか、すなわちフラグflmaxが1になっているか否かをチェックする。フラグflmaxが0の場合はステップ810へ進み、フラグflmaxが1になっている場合はステップ88、ステップ89を経て、ステップ810へ進む。ステップ810では、各メモリ、フラグ、カウンタの初期化を行なう。これは微分値が負である場合に、各メモリ、フラグ、カウンタを初期状態に保つ処理で前回検出時のデータまたは検出途中のノイズによる記憶を削除するものである。ステップ811では、Y座標方向に判定対象を次の微分値に進めて、ステップ83に戻り、Y座標が進んだ微分値について上記の処理を繰り返す。こうして微分値が負でなくなるまで同じ処理を続ける。この間の処理は図15の負微分値更新区間（負微分値区間）を形成するとともに、区間内の最小微分値（ピークポイントB）が検出され、メモリslmin内に記憶されることになる。

【0063】そして、ステップ84で、判定対象となる微分値が負でないと検出されると、図18のステップ813へ進む。ステップ813では、判定対象となる微分値が0であるかどうかを判別する。微分値が0の場合はステップ814へ進む。

【0064】ステップ814では、まず、カウンタf10の計数値が6になったかどうかをチェックし、計数値が6未満の場合は、ステップ816へ進み、カウンタf10の計数値が6になった場合は、ステップ815で、フラグflmaxとカウンタf10を初期化して、ステップ816へ進む。ステップ816では、カウンタf1

0をインクリメントして、ステップ817でY座標方向に判定対象を次の微分値へ進めてステップ83に戻る。

【0065】0の微分値が連続して現われる場合は、上記処理を繰り返すことになり、ステップ814でカウンタf10の計数値が6になると、ステップ815でポイントの抽出条件であるフラグflmax、カウンタf10を初期化して、フラグflmax、カウンタf10を0にする。0の微分値が連続して現われること（上記処理が6回連続）は、髪の毛の部分に見られ濃度変化のない部分が長く続いていることである。フラグflmax、カウンタf10を初期化することで、髪の毛の部分における黒くなってくる所で後述するフラグflmaxが設定されるのをキャンセルし、髪の毛がポイントとして抽出されるのを防ぐ目的である。

【0066】そして、ステップ813で、微分値が0でないと検出されると、図19のステップ91へ進む。ステップ91では、負微分値更新区間でメモリslminに記憶された最小微分値が所定値より小さく、かつフラグflmaxが0に設定されたという条件を満足するかどうかをチェックする。満足する場合はステップ92へ

進む、満足しない場合はステップ93へ進む。
【0067】ステップ91に進んだことから、判定対象の微分値が正であり、直前の微分値が負であった場合は、微分値が負から正に反転するポイントAを捉えらることになる。そして、これまでの微分値が負であった場合は、最小微分値のメモリslminが更新されており、その記憶値が所定値以下という条件を満足したときに、捉らえたポイントが最小微分値判定条件を満足することになる。ステップ92では、負から正に反転する微分値のY座標をメモリokslに記憶するとともに、フラグflmaxを1に設定して、ステップ93、ステップ94、ステップ95を経てY座標方向に判定対象を次の微分値へ進める。

【0068】その後、正の微分値が入力されれば、フラグflmaxが1に設定されているため、ステップ93へ進む、ここで判定対象となる微分値がメモリslmaxの記憶値と比較され、それより大きければステップ94において記憶値を更新してステップ95へ進む。メモリslmaxには初期化で1000が設定されており、1000以上の微分値が更新されることになる。これによりデータの入れ換えが少なくなり、処理時間が速くなる。ステップ93で判定対象となる微分値がメモリslmaxの記憶値より小さい場合は、ステップ95へ進む。ステップ95では、メモリslmin、カウンタf10を初期化する。

【0069】ステップ96では、Y座標方向に判定対象を次の微分値へ進めて、ステップ83に戻り、Y座標が進んだ微分値について上記の処理を繰り返す。この処理は微分値が再び負になるまで行なわれる。その間の処理は図15の正微分値更新区間を形成するとともに、その

間の最大微分値（ピークポイントC）が検出されメモリslmaxに記憶されることになる。

【0070】そして、負の微分値が再び現われ、図16のステップ84で検出されるときに、ステップ85の判定によって図17のステップ87へ進む。ステップ87では、フラグflmaxが1に設定されているか否かを判定する。フラグflmaxが1でなければ抽出ポイントなしとしてステップ810へ進む、フラグflmaxが1であればステップ88で、メモリslmaxの記憶値が所定値以上かどうかを判断し、所定値以上の場合は、メモリokslに記憶してある画素はポイントの抽出条件に満たし、ライン番号とY座標値からなる二次元のデータをポイントメモリに記憶する。カウンタmをインクリメントして同じライン上の抽出ポイントを計数させて、ステップ810へ進む。そしてステップ88の判断がメモリslmaxの記憶値が所定値以上でない場合は、抽出ポイントなしとしてステップ810へ進む。

【0071】ステップ810では、メモリoksl、メモリslmax、カウンタf10、フラグflmaxを初期化して、ステップ811へ進む、ここでY座標方向に判定対象を次の微分値へ進めて、ステップ83へ戻り、上記の処理が再び行なわれる。最後にステップ83でY座標について全ての微分値を判定したと判断されると、ステップ812へ進む、次のラインについての判断に移る。

【0072】本実施例は以上のように構成され、濃度のピークを代表し微分値が負から正に変わる画素をポイントとして抽出するとき、その画素に達するまでの濃度値の最大変化（最小微分値）と、ポイント以降に濃度の最大変化（最大微分値）をそれぞれ負微分値更新区間と、正微分値更新区間において所定値と比較してポイントの抽出を行なうので、眼、眉、口など輪郭のはっきりした暗い部分が抽出されることになる。抽出されるポイントはそれらのほぼ中心位置に対応している。また最小、最大微分値がポイントの抽出データとなるため、眼の開度を検出する際それらを代表する画素の間隔が眼の開度となり、特別な処理を要せず眼の開度検出ができる。個人差による顔の位置の違いにも十分対応でき、居眠り状態の検出を常に安定して行うことができる。

【0073】次に第2の実施例について説明する。この実施例は、ポイントの検出精度を一層向上させたものである。第1の実施例では、最小微分値と最大微分値の大きさ判定に固定の所定値が使われているが、検出精度を向上させる観点からすれば、微分値の大きさを判定する所定値は極力小さく設定するのが望ましい。しかし所定値を小さく設定すると、抽出対象外の髪の毛やしわ等がポイントとして抽出される可能性が大きくなる。

【0074】そこで本実施例では、最大微分値の大きさ判定を行なう所定値（基準値）を最小微分値の大きさに従って変化させる。すなわち図20のように負微分値更

新区間内で最小微分値が検出されると、それに基づいて正微分値の大きさ判定を行なう所定値（基準値）の大きさを設定して最大微分値の大きさ判断を行なうものである。その他の構成は第1の実施例と同様である。

【0075】従って、例えばピークポイントBの微分値が大きければ、正方向の微分値を検出する所定値が大きき設定される。この結果、眼のように正負の微分値が大きく変わらないものがポイントに代表されて抽出される。図38に示す髪の毛に見られるように最小微分値 q_1 が大きく、最大微分値が大きくなりえないポイント p_1 は抽出されなくなる。

【0076】次に、第3の実施例について説明する。この実施例は、前記第2実施例と同様に正の微分値の大きさを判定する所定値を最小微分値の大きさに従って変化させる。ポイントの抽出は、ポイントAに達するまでの濃度値の最大変化が所定値以下であるか否かを、最小微分値更新区間内のピークポイントBの微分値が所定値以下かどうかで判定する。この最小微分値が所定値以下である場合に、この微分値を基準にA点以降の正微分値更新区間内の所定値の大きさを設定し、この所定値を越える正微分値が検出されれば、ポイントAを第1あるいは第2のポイントとして抽出して、Y座標値をメモリする。

【0077】第1の実施例では、正微分値更新区間において所定値と比較する正微分値に最大微分値が用いられている。そして最大微分値が眼の境界点を示すものとして眼の開度検出にも用いられるため、メガネをかけた対象者の場合、夜間撮影用の赤外線ランプの光がレンズに反射点としてあるときに、境界点に最大微分値が現れない可能性がある。すなわち、図21のように眼の黒部分から白への濃度変化部分で、反射点による黒から白への濃度変化ピークは2つが発生する可能性がある。このような場合に、ポイントの抽出に微分値の高いピークDを用いると、眼の位置検出には問題ないが、眼の開度検出ではピークDが境界点として用いられるため、完璧な眼の開度検出は難しくなる。本実施例では、これに対処して、眼の境界点に近い、所定値を越える画素CをポイントAの抽出データとして図22～図25のフローチャートにしたがって処理が行なわれる。

【0078】眼の位置検出回路23には、第1の実施例と同様にメモリ s_{lmin} 、メモリ s_{lmax} 、メモリ $oksld$ 、カウンタ f_{l0} 、カウンタ m 、フラグ f_{lmax} が備えられる。メモリ s_{lmax} は用途を変えて、Y座標に沿う走査で所定値を越える最初の正微分値を記憶する。

【0079】図22のステップ121～ステップ128は図16の第1の実施例におけるステップ81～ステップ86と同様で、ラインを特定して、各メモリ、カウンタ、フラグの初期化を行なう。判定対象となる負微分値から最小値（ピークポイントB）がメモリ s_{lmin} に

記憶される。ステップ127はその最小値を検出する際に、メモリ、フラグ、カウンタを初期状態に保ち、前回検出時のデータや検出途中のノイズによる記憶を削除するための処理である。

【0080】そして、ステップ124で、判定対象となる微分値が負でないと検出されると、図24のステップ1210へ進む。ステップ1210～ステップ1213は、図18の第1の実施例におけるステップ813～ステップ817と同様で、0の微分値の検出が6回続いたら、濃度変化のない髪の毛部分が検出されたとし、後述する濃度が白から黒になってくる所で設定されるフラグ f_{lmax} の設定をキャンセルして、誤検出を防止する。

【0081】ステップ1210で、0でないと判定された場合は、図25のステップ131へ進む。ステップ131に進んだことは、判定対象の微分値が正であり、これまでの微分値が負であった場合は、最小微分値のメモリ s_{lmin} が更新されており、その記憶値が所定値以下という条件を満足したときに、負から正に反転するポイントAが最小微分値判定条件を満足するポイントとなる。

【0082】ステップ131では、メモリ s_{lmin} に記憶された最小微分値が所定値より小さく、かつフラグ f_{lmax} が1でないという条件に満足かどうかを判定する。満足する場合はステップ132を経てステップ133へ進み、満足しない場合はステップ133へ進む。

【0083】ステップ132では、①負から正に反転する微分値（ポイントA）のY座標をメモリ $oksld$ に記憶する。②フラグ f_{lmax} を1に設定する。③メモリ s_{lmin} に記憶している最小微分値に係数をかけてメモリ s_{lmax} に記憶させる。こうして最小微分値に比例する所定値が設定される。ステップ133で、フラグ f_{lmax} が1かどうかをチェックし、1の場合はステップ134へ進み、1でない場合はステップ137へ進む。

【0084】ステップ134では、判定対象となる微分値がメモリ s_{lmax} の記憶値である所定値（基準値）より大きいかどうかを判断し、大きくない場合は、ステップ137へ進む。ステップ137では、メモリ s_{lmin} 、カウンタ f_{l0} を初期化して、ステップ138へ進む。ステップ138では、Y座標方向に判定対象を次の微分値へ進めて、ステップ123に戻る。

【0085】そして、ステップ134で、メモリ s_{lmax} の記憶値より大きい値を有する微分値が検出されると、ポイントAの抽出条件が満たされ、ステップ135において、二次元のデータとしてライン番号とメモリ $oksld$ に記憶してあるY座標をポイントメモリに記憶する。カウンタ m をインクリメントして同じライン上の抽出ポイントを計数させたのち、ステップ136へ進む。

【0086】ステップ136では、メモリoksl d、メモリslmax、カウンタf l 0、フラグflmaxを初期化する。上記の処理を全ての微分値に対して行なうとステップ123で判定されたときに、ステップ129において、次のラインでの判定に切り替えられる。

【0087】本実施例は、以上のように構成され、最大微分値の大きさ判定を行なう所定値を最小微分値の大きさに基づいて設定し、その設定値を越えた最初の正の微分値をポイント抽出の判定対象とすることによって、濃度分布曲線が変形した場合でも、眼の境界点と対応関係を持つポイント抽出データが得られ、前記第1の実施例と同様の結果が得られるとともに、眼の開度検出が誤検出を含まずに行なえる効果得られる。

【0088】次に第4の実施例について説明する。この実施例は、前記第3の実施例と同様に正の微分値の大きさを判定する所定値を最小微分値の大きさに従って変化させる。ポイントの抽出は、図26に示すように、ポイントA以降に所定値（基準値）より大きい微分値が検出された場合、最小微分値のピークポイントBと所定値に達するポイントCの間に、負微分値の出現に拘わらず、ピークポイントBとポイントCの間のY座標方向の間隔を判定値により判定して抽出を行なう。

【0089】前記実施例では、所定値を越える正微分値あるいは最大微分値の検出は正微分値区間内で行なわれている。すなわち正微分値区間は眼の濃度ピークからその境界点までカバーするものとして用いられている。しかし眼球の中に輝点がある場合に、正微分値区間は輝点までとなり、検出されるべきのポイントが不検出となる可能性がある。本実施例では、所定値を越える正微分値に検出区間を設けず正微分値と最小微分値の間の距離によりポイントを検出するかどうかを決定する。図27～図29はポイント検出処理のフローチャートである。ここで、第3の実施例に示した構成の他にメモリminiが備えられる。メモリminiは最小微分値のY座標を記憶するものである。

【0090】図27のステップ151～ステップ158は前記実施例と同様に、ラインを特定して、各メモリ、カウンタ、フラグの初期化を行なう。判定対象となる負微分値から最小値（ピークポイントB）がメモリslminに記憶されるとともに、ステップ156において最小微分値のY座標をメモリminiに記憶させる。ステップ157はその最小値を検出する際に、カウンタf l 0を初期状態に保ち、前回検出時のデータや検出途中のノイズによる記憶を削除するための処理である。

【0091】そして、ステップ154で、判定対象となる微分値が負でないと検出されると、図28のステップ1510へ進む。ステップ1510～ステップ1514は、図18の第1の実施例におけるステップ813～ステップ817と同様で、0の微分値の検出が6回続いたら、濃度変化のない髪の毛部分が検出されたとし、後述

する濃度が白から黒くなってくる所で設定されるフラグflmaxの設定をキャンセルして、誤検出を防止する。

【0092】ステップ1510で、0でないと判定された場合は、図29のステップ161へ進む。その後は第3の実施例と同様に最小値に基づいた正微分値の所定値設定が行なわれる。微分値が負から正に反転するポイントAが検出されたあと、所定値を越える正微分値が検出されると、ステップ165でそのY座標からメモリminiに記憶してある最小微分値のY座標を引いてその間の距離Fを求め、判定値（所定値）による判断で所定距離以内の場合、ステップ166でポイントAを第1あるいは第2のポイントとして抽出しライン番号とポイントのY座標をポイントメモリに記憶させる。この考え方は、ピークポイントBからのY座標方向の距離Fが上記所定距離以内にポイントCが出現しない場合に、ポイントAに相当する第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するも適用できる。上記のような処理は全ての微分値に対して行なうと、ステップ153で次のラインでの判定に切り替えられる。

【0093】本実施例は、以上のように構成され、最大微分値の大きさ判定を行なう所定値を最小微分値の大きさに基づいて設定し、その設定値を越えた最初の正の微分値をポイント抽出の判定対象とする。判定対象について、さらに最小微分値との距離間隔の判定を行なうので、前記実施例と同様な効果が得られるとともに、眼の濃度データが途切れたときでも、ポイントの抽出が可能である。

【0094】次に、第5の実施例について説明する。この実施例は第4の実施例の改良版として図30に示すようにポイントAでの抽出条件満たされる前に、より濃淡のはっきりしたポイントA1が対象外となってしまうことを防止することを目的とする。すなわち図30のような髪の毛を含む濃度データがある場合、第4の実施例では、白から髪の毛の黒い部分に変わるところで所定値を越える最小微分値Bが検出される。そしてその最小微分値Bを以て検出したいポイントA1を検出するときに所定値を越える正微分値Cとの距離判定を行なうときに、距離の判定値を越えポイントA1を抽出できなくなる。

【0095】そこで、本実施例では最小微分値BとポイントAが検出された後、所定値に達する微分値Cが現われる前に、最小微分値B以上に小さい第2の最小微分値B1が現われた場合、ポイントAでの抽出条件判定をキャンセルし、ポイント抽出を最小微分値B1をもつポイントA1に切り換える処理を行なう。その他は第4の実施例と同様である。

【0096】ここで、第4の実施例に示した構成の他にメモリslmin2とメモリmini2、フラグflminが備えられる。メモリslmin2は最小微分値更新区間内の該当値を記憶するものである。メモリmi

n i i 2は最小微分値更新区間の該当値のY座標を記憶するものである。フラグf l m i nはメモリs l m i n 2の記憶値更新確認フラグで設定されたとき1となる。

【0097】図31～図35はポイント抽出のフローチャートである。ステップ181～ステップ1810は前記実施例と同様に、ライン特定して、各メモリ、カウンタ、フラグを初期化する。判定対象となる負微分値から最小値Bがメモリs l m i nに記憶されるとともに、ステップ186において最小微分値BのY座標をメモリm i n i iに記憶させる。

【0098】ステップ187、ステップ188は、後述の処理でメモリs l m i nの記憶値である最小微分値Bよりさらに小さい第2の微分値B1が検出されたとき、抽出をポイントAからポイントA1に切り換えて行なうための処理である。すなわち抽出対象ポイントAの仮抽出が確認できるフラグf l m a xの設定確認と同時に、現在の判定対象となっている微分値がメモリs l m i n 2の記憶値より小さいかどうかの判断を行なう処理である。

【0099】この際、判定対象の微分値がメモリs l m i n 2の記憶値より大きい場合は、ステップ189へ移行し、第4の実施例と同様に通常の判定を続ける。判定対象の微分値はメモリs l m i nの記憶値より小さい場合、第2の最小微分値B1が検出され、ステップ188で最小微分値更新フラグf l m i nを設定し、判定対象の微分値に-0.5をかけて演算したものをメモリs l m a x記憶する。メモリs l m i n 2、メモリm i n i i 2には第2の最小微分値B1の大きさとY座標をそれぞれ再記憶させる。

【0100】ステップ1812～ステップ1816は、第4の実施例のステップ1510～ステップ1514と同様で、0の微分値が6回続いたら、髪の毛が黒くなってくる所で設定されるフラグf l m a xの設定をキャンセルして、誤検出を防止する。そして、ステップ1812で、0でないかと判定された場合は、図34のステップ191へ進む。

【0101】ステップ191では、メモリs l m i nに記憶された最小微分値Bの記憶値が所定値以下、かつフラグf l m a xが1でないという条件に満足かどうかを判定する。満足する場合はステップ192を経てステップ193へ進み、満足しない場合はステップ193へ進む。ここで微分値が負から正に反転するポイントAが仮抽出され、負微分値更新区間1が終了する。

【0102】ステップ192では、①ポイントAのY座標をメモリo k s l dに記憶する。②フラグf l m a xを1に設定する。③メモリs l m i nに記憶している最小微分値に係数をかけて演算したものをメモリs l m a xに記憶させる。④メモリs l m i n内の記憶値をメモリs l m i n 2に記憶する。⑤m i n i i 2にメモリm

i n i iの記憶値を記憶させる。こうして最小微分値更新区間の該当値を記憶するメモリに最小微分値の大きさとY座標が記憶されるとともに最小微分値に比例する所定値の設定が行なわれる。

【0103】ステップ193は、最小微分値更新フラグf l m i nの設定を判定し、フラグ設定されている場合は、ステップ194で更新された最小微分値の負の区間から正に反転するポイントA1が検出され、そのY座標をメモリo k s l dに再メモリして、フラグf l m i nを初期化する。ステップ195～ステップ1911は図29の第4の実施例におけるステップ161～ステップ169と同様で、最小値に基づいた正微分値の所定値設定が行なわれる。微分値が負から正に反転するポイントA1が検出されたあと、所定値を越える正微分値Cが検出されると、ステップ197でそのY座標からメモリm i n i i 2に記憶してある最小微分値B1のY座標を引いてその間の距離Fを求め、判定値（所定値）による判断で所定距離以内の場合、ステップ198でポイントA1を第1あるいは第2のポイントとして抽出しライン番号とポイントのY座標をポイントメモリに記憶させる。上記のような処理を全ての微分値に対して行なうと、ステップ183で次のラインでの判定に切り替えられる。

【0104】本実施例は以上のように構成され、第4の実施例に加えて、所定値を越える正微分値が検出される前に、先に検出された最小微分値よりさらに微分値が小さい第2の最小微分値が検出される場合は、それをもつポイントを抽出対象とする処理を施したため、他の最小微分値の入りにより距離判断でポイントが抽出できなくなることを防止できる。

【0105】

【発明の効果】以上のとおり、本発明は、顔の画像データ処理による居眠り状態検出装置において、顔の縦方向の画素列における濃度の局所的な高まり毎に第1の抽出点を抽出し、隣接する画素列の近接した第1の抽出点を連続して顔の横方向に伸びる曲線群を抽出してこの曲線群から眼の曲線を特定して、眼の位置を検出するようにし、検出した眼を含む所定領域内で縦方向の画素列に沿って同様に第2の抽出点を抽出するとともに、該第2の抽出点を含む濃度の局所的な高まりの境界点を示す第3の抽出点を抽出し、横方向に連続した第3の抽出点のデータを基に眼の開度を検出して、その眼の開度の状態変化から覚醒度を判定するものとしたので、運転者の体格や運転姿勢の違いなどがあっても容易確実に眼の位置を検出することができる。

【0106】請求項2記載の発明では、ポイントの抽出、微分値が負から正に反転する画素の特定は濃度のピークに対応しており、前記第1のポイントあるいは第2のポイントとして抽出する際、微分値が反転する前後の負、正微分値区間から最小、最大微分値を求め、所定値

10

20

30

40

50

による強度判定を行なうので、抽出されるポイントは境界のはっきりする暗い部分の代表となり、しわ、影、等の境界がはっきりしない暗い部分は抽出対象から振り落とされ、質の高い抽出となる。また、抽出ポイントは濃度のピークを代表しており、眼、眉、口のほぼ中心位置に対応する。これによって、後続処理が簡単になる。

【0107】請求項3記載の発明では、微分値が負から正に反転する画素を前記第1のポイントあるいは第2のポイントとして抽出する際、画素前の負微分値区間から所定値を越える最小微分値と正微分値の検出による強度判定を行なうので、請求項2の発明と同様の効果が得られるとともに、微分値の分布曲線が歪んだり、変形したりして、最大微分値が位置変化した場合でも、暗い部分と明かるい部分の境界データが得られ眼の開度検出などが誤検出を起こさず行なえる。

【0108】また、前記最小微分値と前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値の画素間の距離が判定値以上の場合には、微分値が負から正に反転する画素を第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するようにすると、髪の毛による誤抽出が防止される。

【0109】さらに、前記第1のポイント抽出手段あるいは第2のポイント抽出手段において、前記正微分値の大きさ判定を行なう所定値を越える最初の正微分値が検出される前に、前記最小微分値よりさらに小さい値を有する他の最小微分値がある場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するようにすると、微分値の分布曲線の変形による誤抽出が防止される。

【0110】なお、前記微分値が負から正に反転する画素に続いて、濃度変化のない画素が所定数以上に存在する場合には、前記微分値が負から正に反転する画素を第1あるいは第2のポイントの抽出から除外するようにすると、微分値の分布曲線の変形による誤抽出が防止される。そして、最大微分値あるいは正微分値の大きさ判定を行なう所定値を前記最小微分値に応じて大きさを变化させるようにすれば、検出したい対象の濃度変化特徴に合わせポイントをさらに高い精度で抽出することがである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】居眠り状態検出の処理動作を示すフローチャートである。

【図4】眼の位置検出の処理動作を示すフローチャートである。

【図5】眼の位置検出のための画素列を説明する図である。

【図6】第1のポイントの抽出原理の説明する図であ

る。

【図7】曲線群の抽出を説明する図である。

【図8】第1の抽出点のグループ化処理を説明する図である。

【図9】曲線群から眼の位置を検出する要領を説明する図である。

【図10】眼の開度検出の処理動作を示すフローチャートである。

【図11】第2のポイントの抽出原理を説明する図である。

【図12】眼の中心に輝点があるときの開度検出を説明する図である。

【図13】眼の追跡状態を説明する図である。

【図14】覚醒度の判定要領を説明する図である。

【図15】ポイントの抽出要領を説明する図である。

【図16】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図17】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図18】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図19】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図20】本発明の第2の実施例におけるポイントの抽出要領を説明する図である。

【図21】本発明の第3の実施例におけるポイントの抽出要領を説明する図である。

【図22】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図23】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図24】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図25】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図26】本発明の第4の実施例におけるポイントの抽出要領を説明する図である。

【図27】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図28】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図29】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図30】本発明の第5の実施例におけるポイントの抽出要領を説明する図である。

【図31】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図32】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図33】ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

トである。

【図 34】 ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図 35】 ポイント抽出の処理動作を示すフローチャートである。

【図 36】 従来例を示す図である。

【図 37】 他の従来例を示す図である。

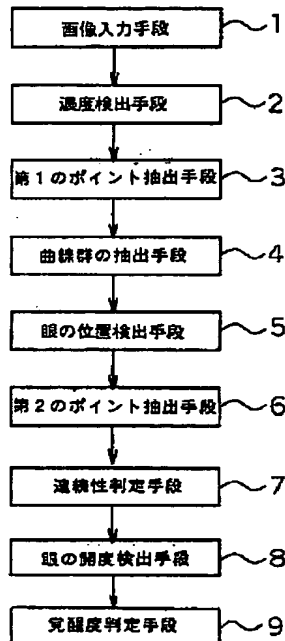
【図 38】 髪の毛の部分を含んだ画素の濃度変化とその微分値変化を示す図である。

【符号の説明】

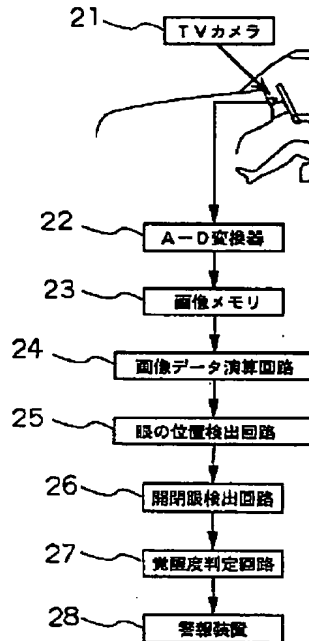
- 1 画像入力手段
2 濃度検出手段
3 第 1 のポイント抽出手段
4 曲線群の抽出手段

- 5 眼の位置検出手段
6 第 2 のポイント抽出手段
7 連続性判定手段
8 眼の開度検出手段
9 覚醒度判定手段
21 TVカメラ
22 A/D変換器
23 画像メモリ
24 画像データ演算回路
25 眼の位置検出回路
26 開閉眼検出回路
27 覚醒度判定回路
28 警報装置

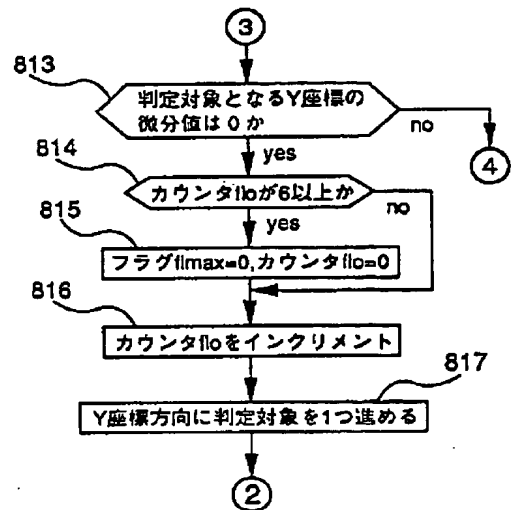
【図 1】



【図 2】



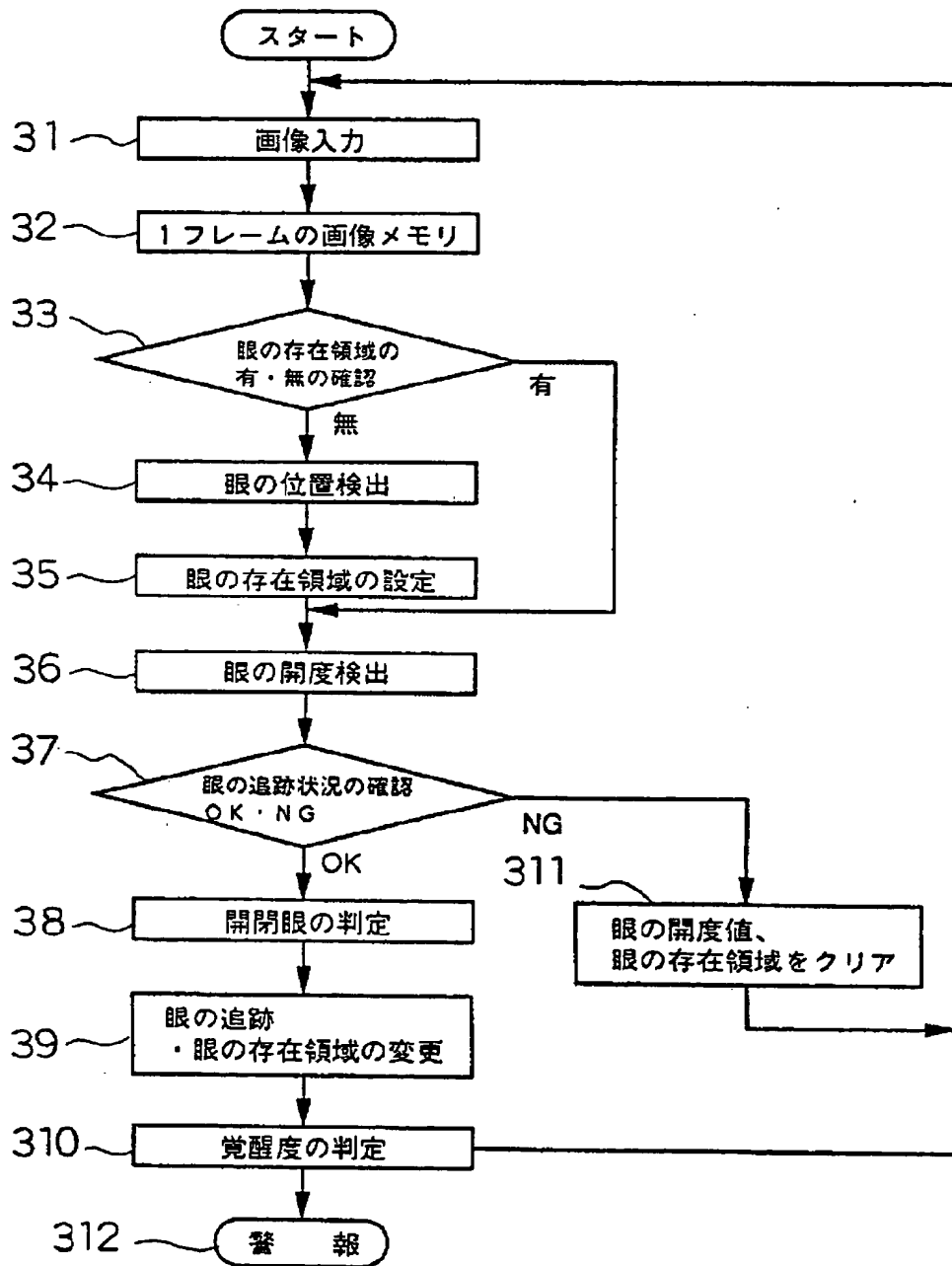
【図 18】



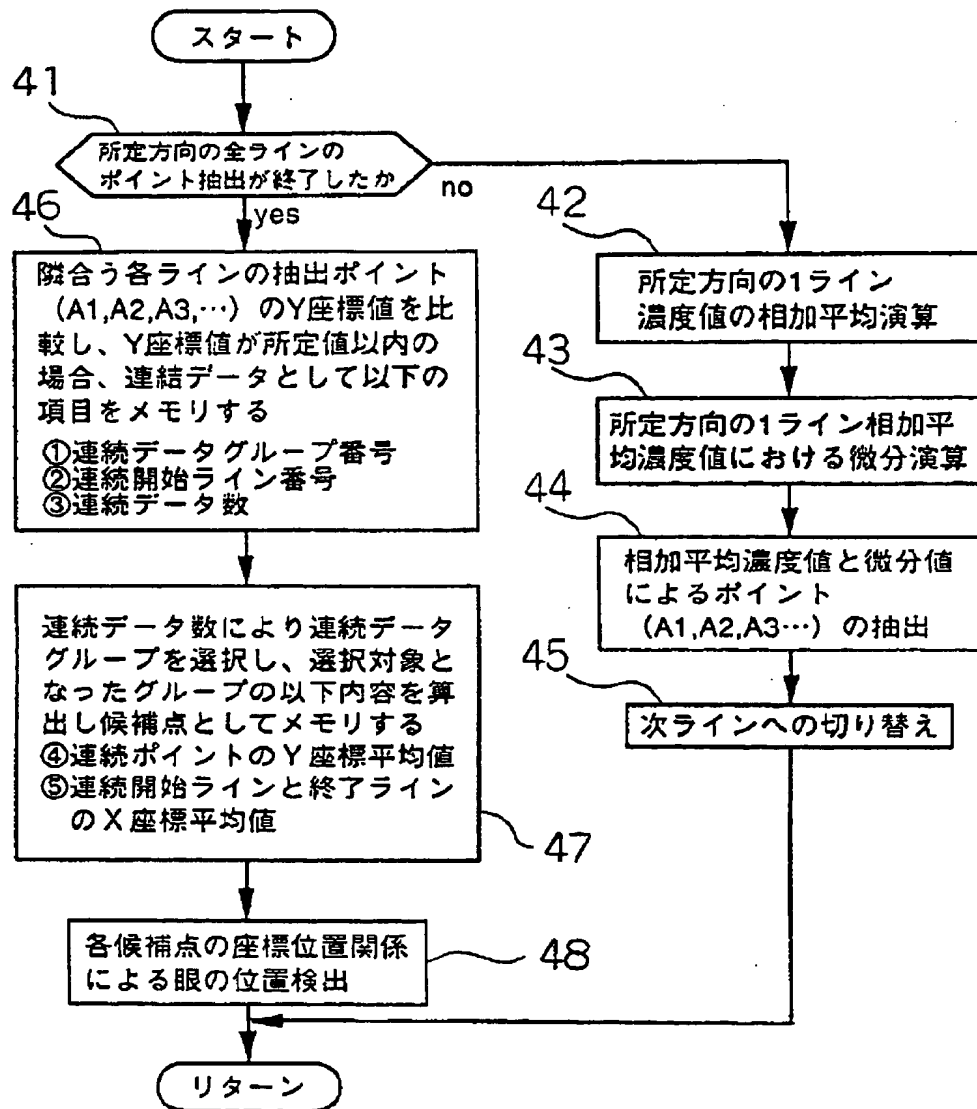
【図 8】

画素列 1	画素列 2	画素列 3	画素列 4	画素列 5	画素列 6	画素列 7	画素列 8	画素列 9	画素列 10	画素列 11
GY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値	NGY値
1 192	1 191	2 1188	3 1188	4 1190	5 1190	6			8 233	1
2 229	2 224	2 222	3 222	4 2230	5					9 185
					6 291	1 6 287	2 6 290	3 6 286	4 6 283	5 6 287
				5 305	1 5 306	2				10 303
		3 360	1 3 361	2 3 354	3 3 349	4 3 348	5 3 347	6 3 346	7 3 346	8 3 350
			4 395	1		7 376	1 7 374	2		

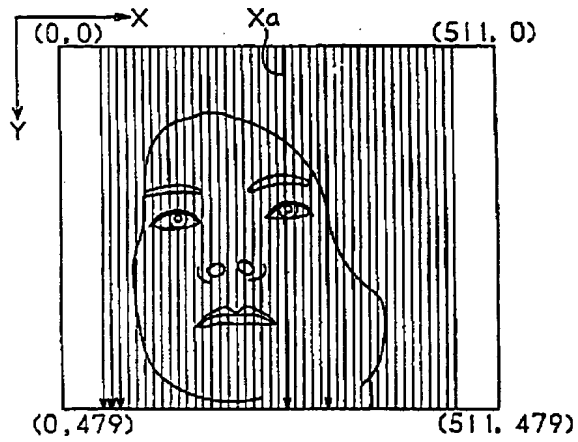
【図3】



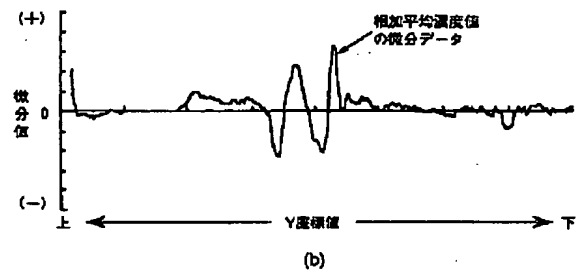
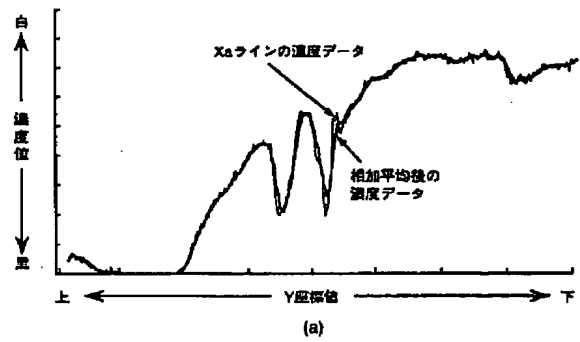
【図4】



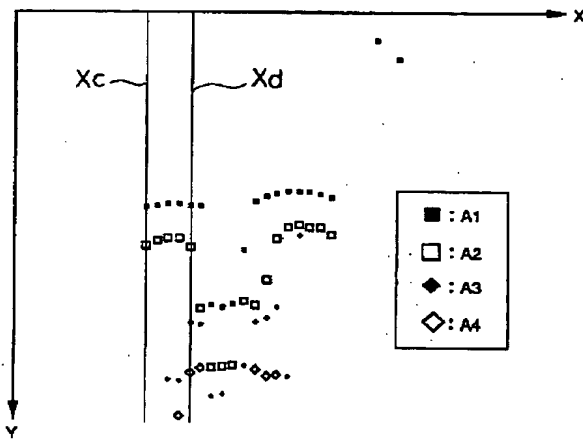
【図5】



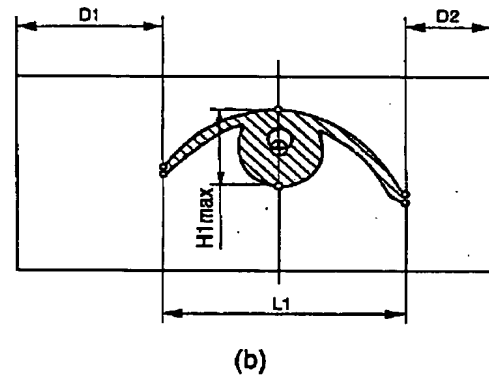
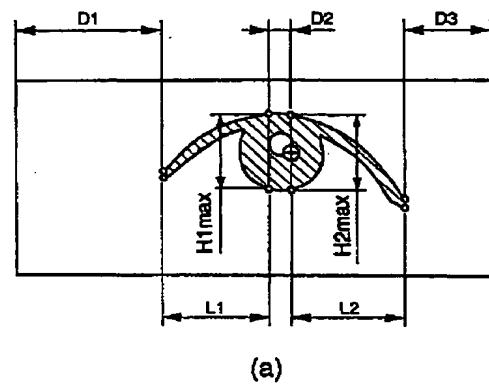
【図6】



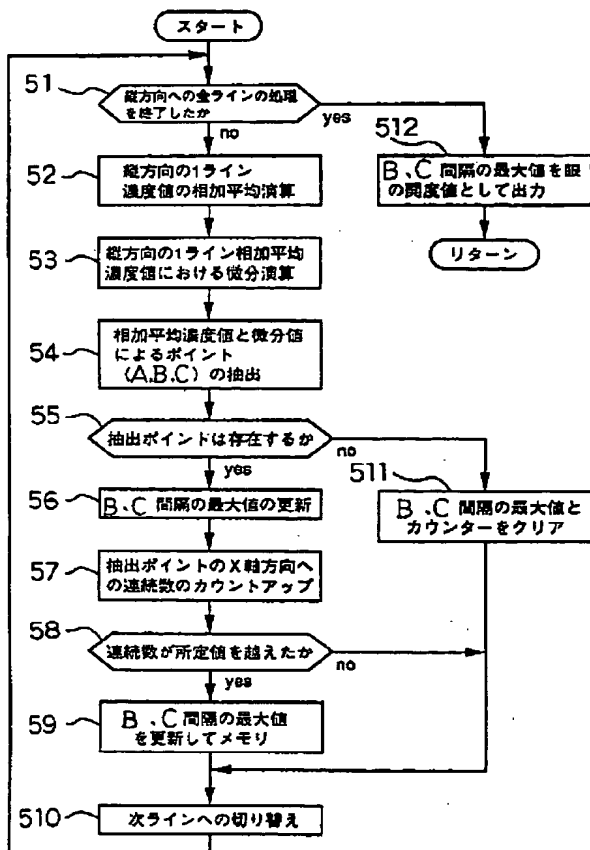
【図7】



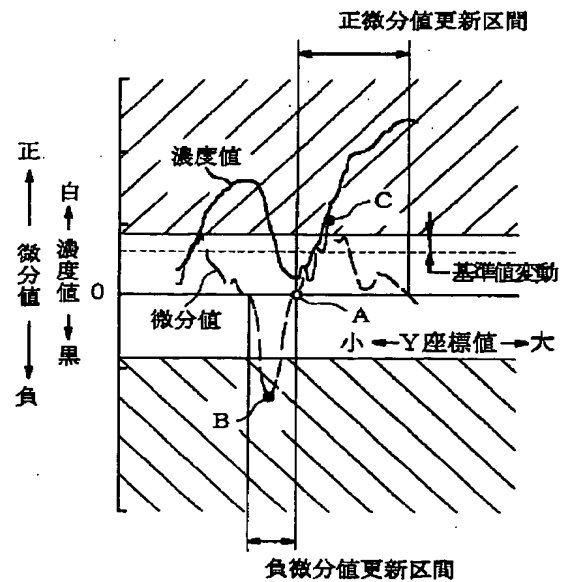
【図12】



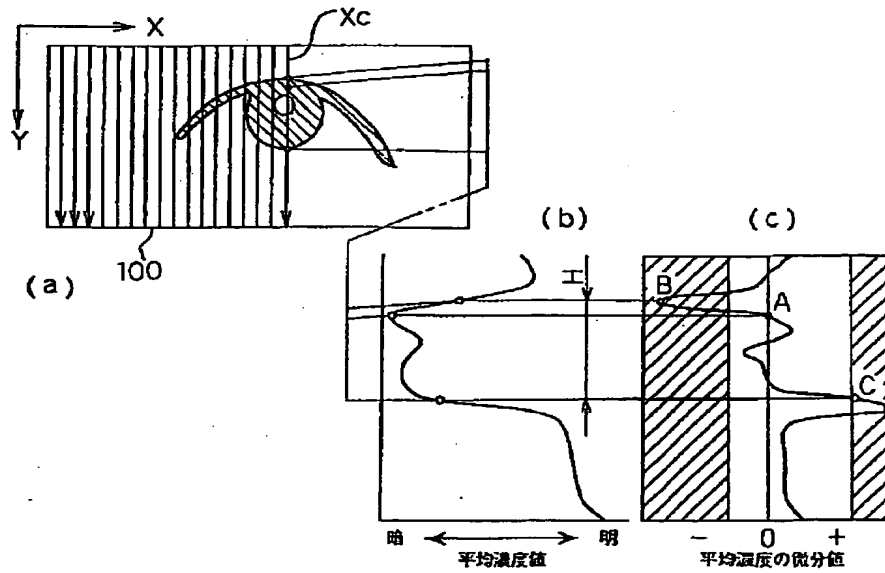
【図 10】



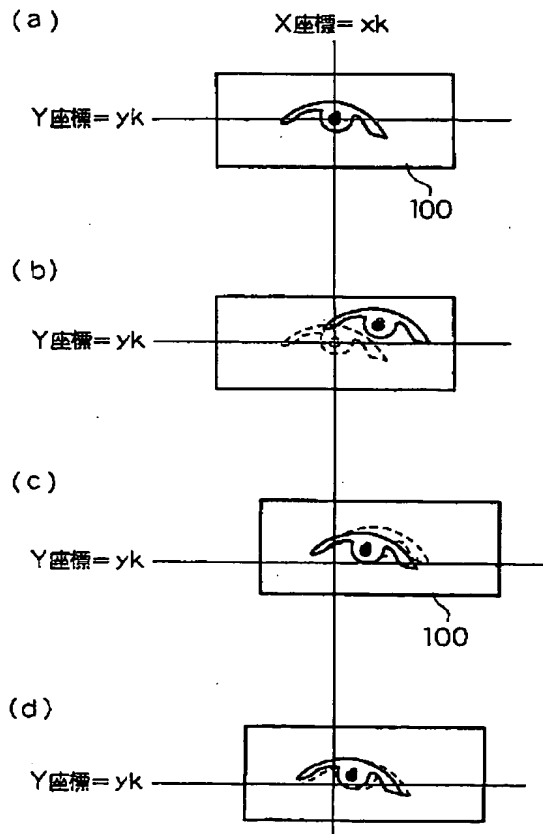
【図 20】



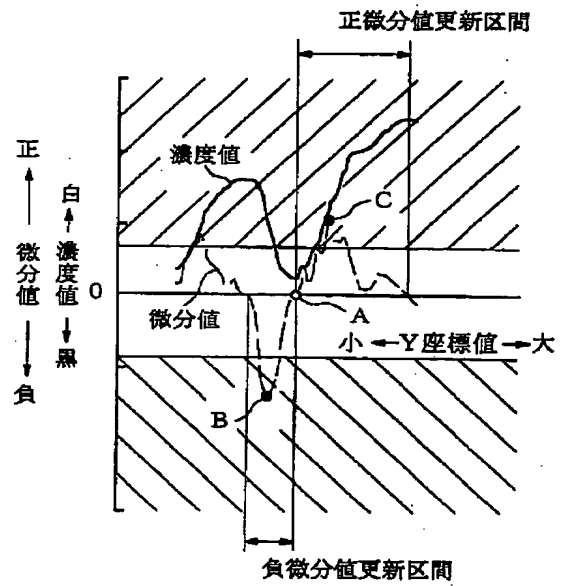
【図11】



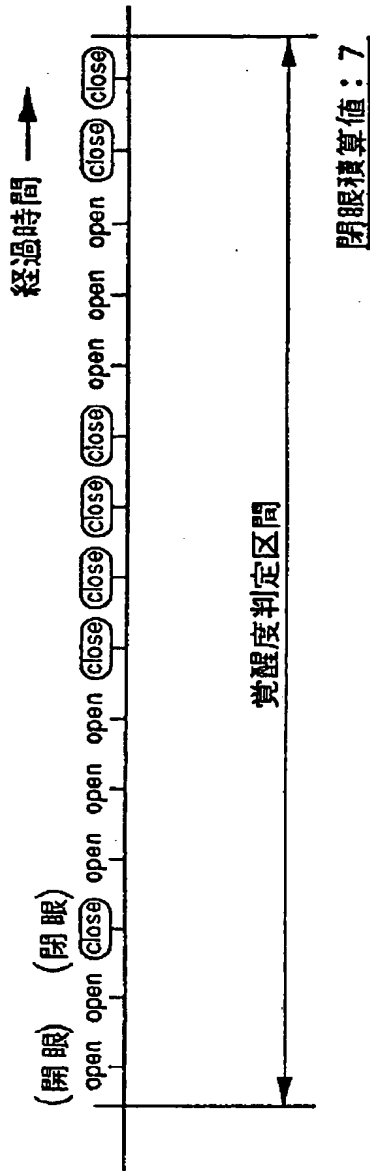
【図13】



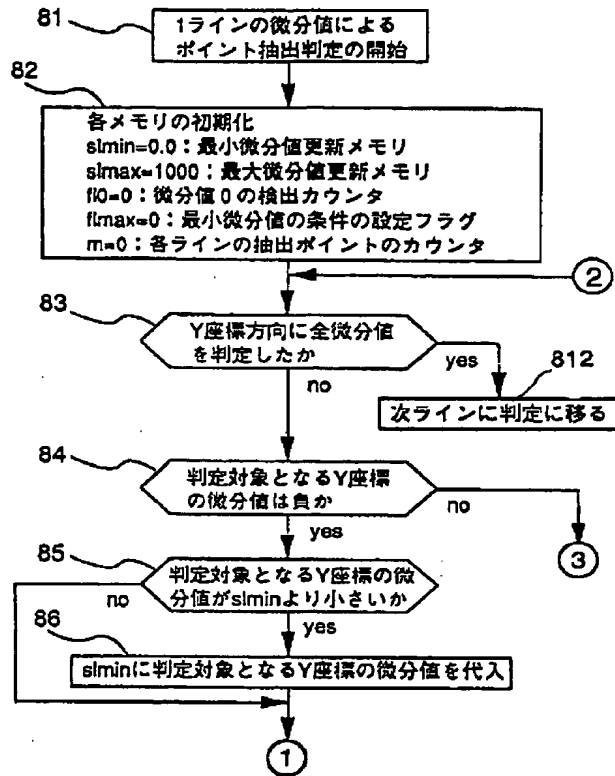
【図15】



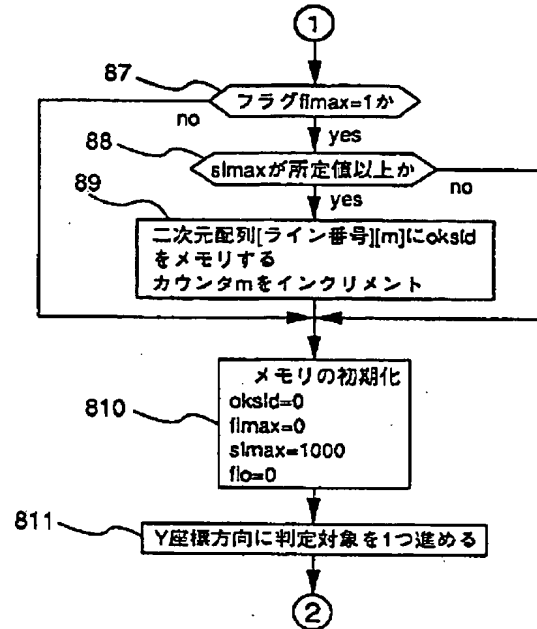
【図14】



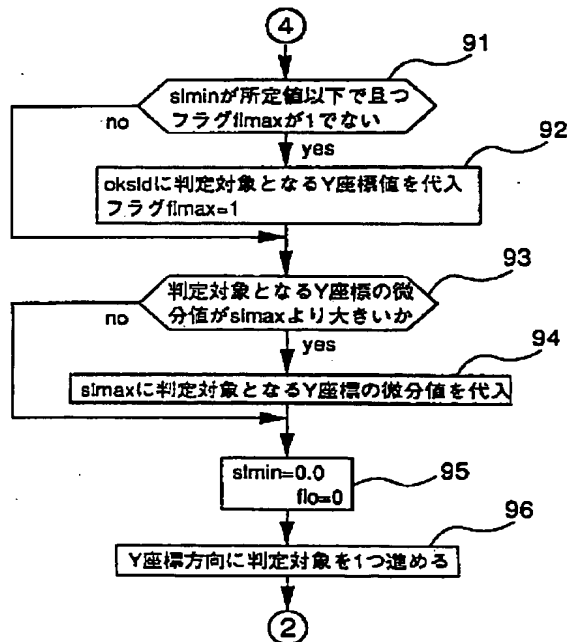
【図16】



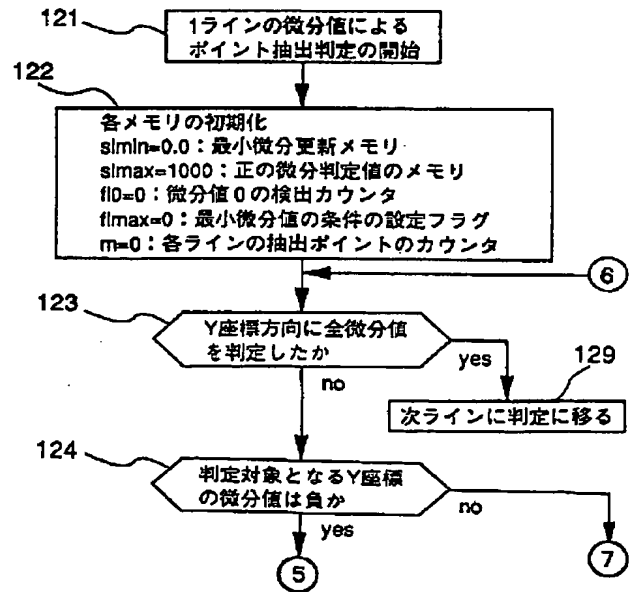
【図17】



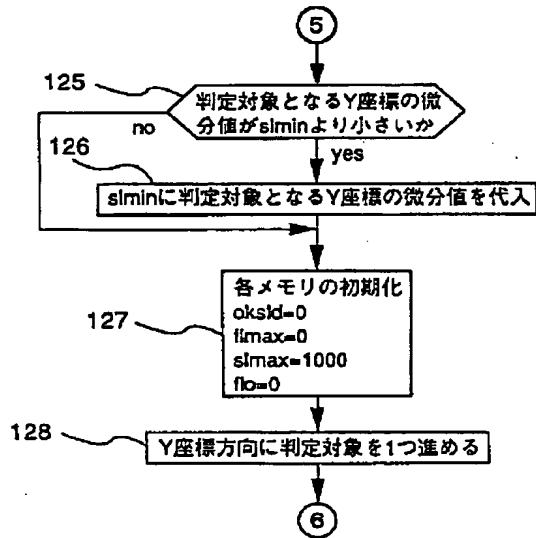
【図19】



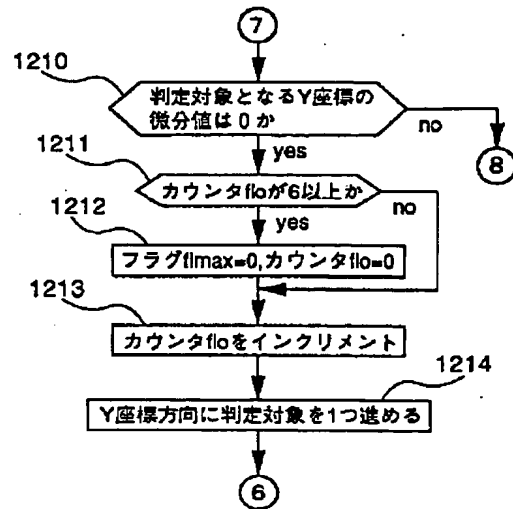
【図22】



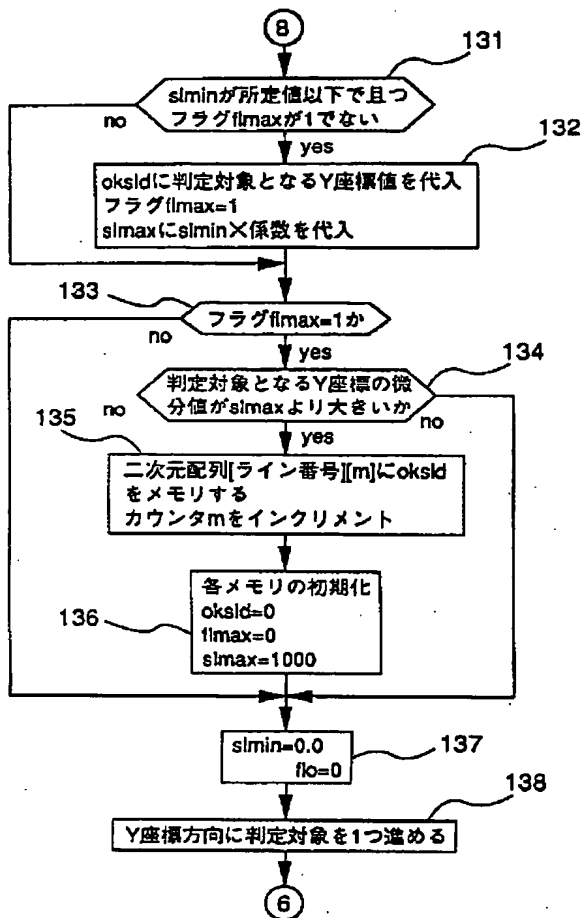
【図23】



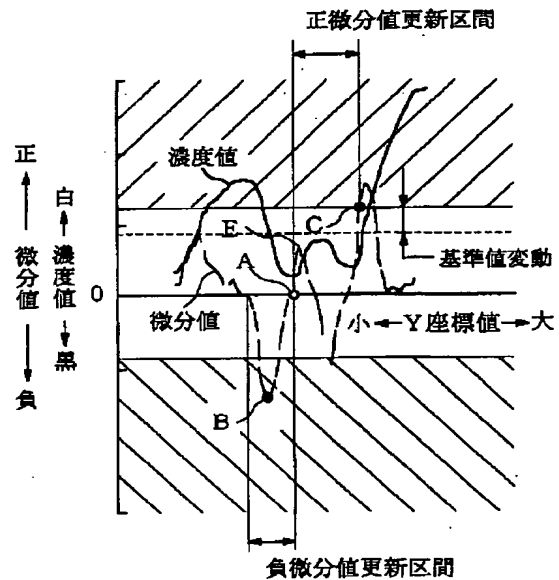
【図24】



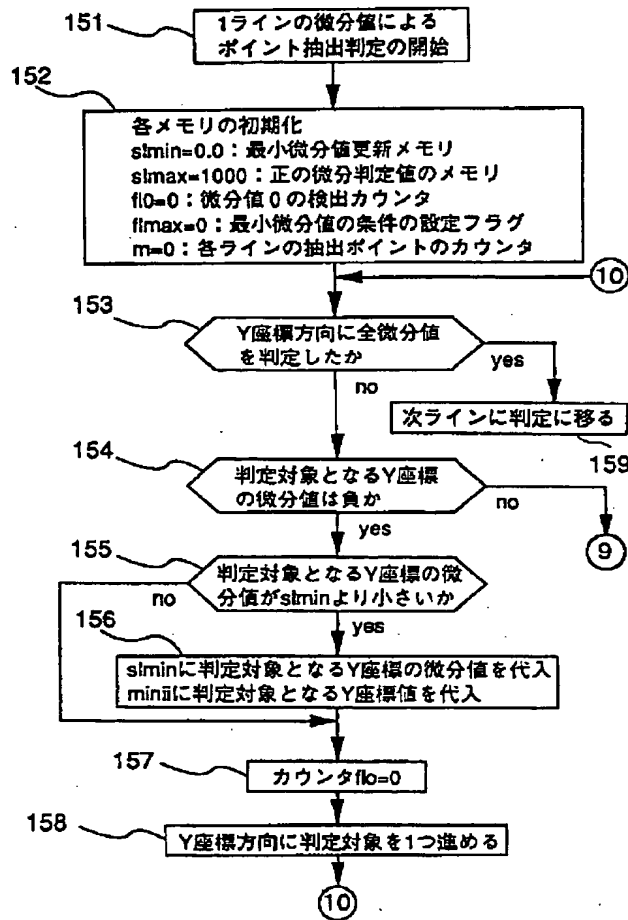
【図25】



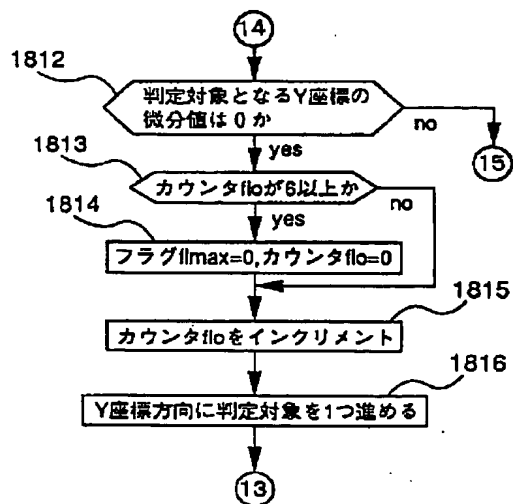
【図26】



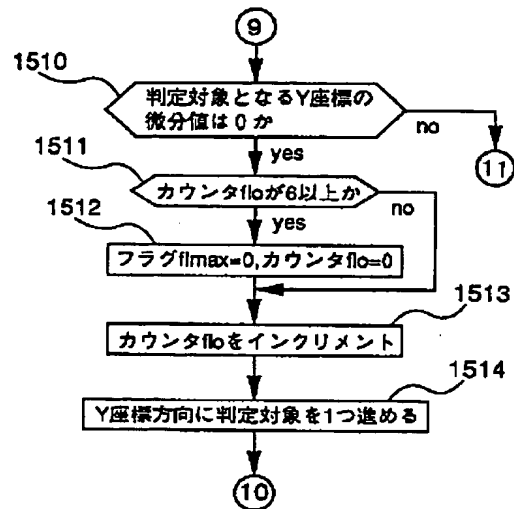
【図 27】



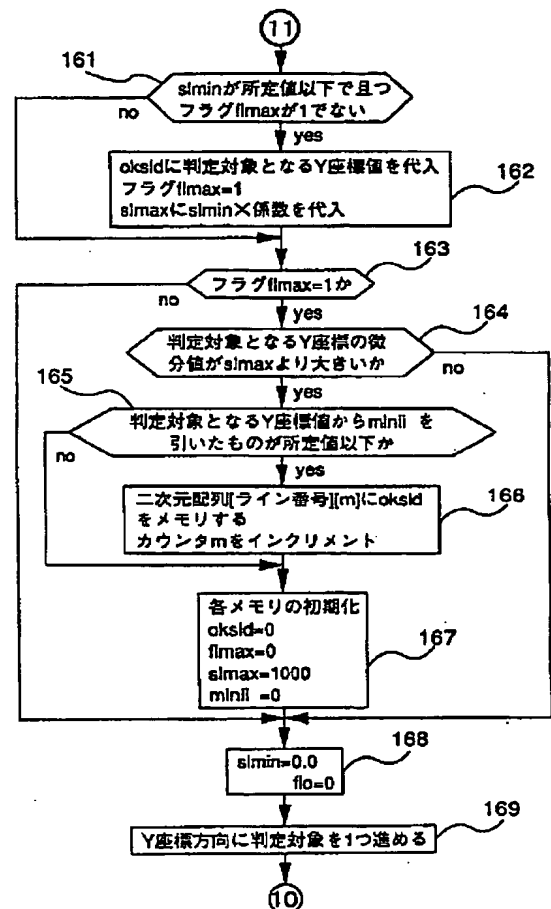
【図 3 3】



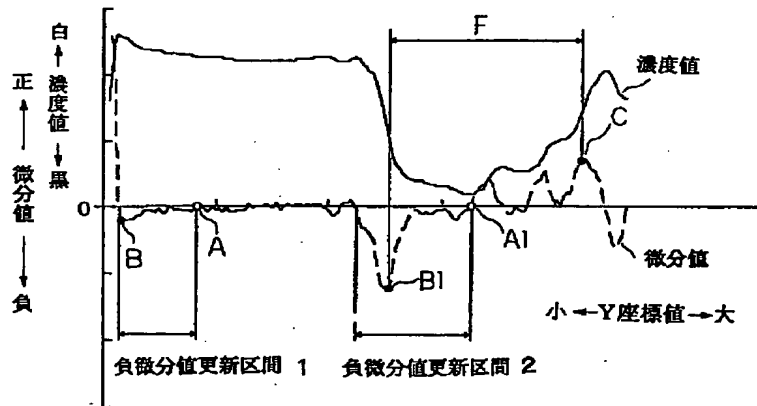
【図 28】



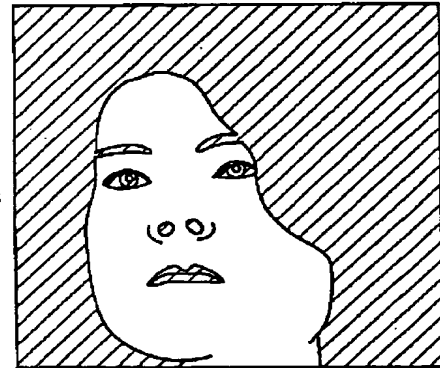
【图 29】



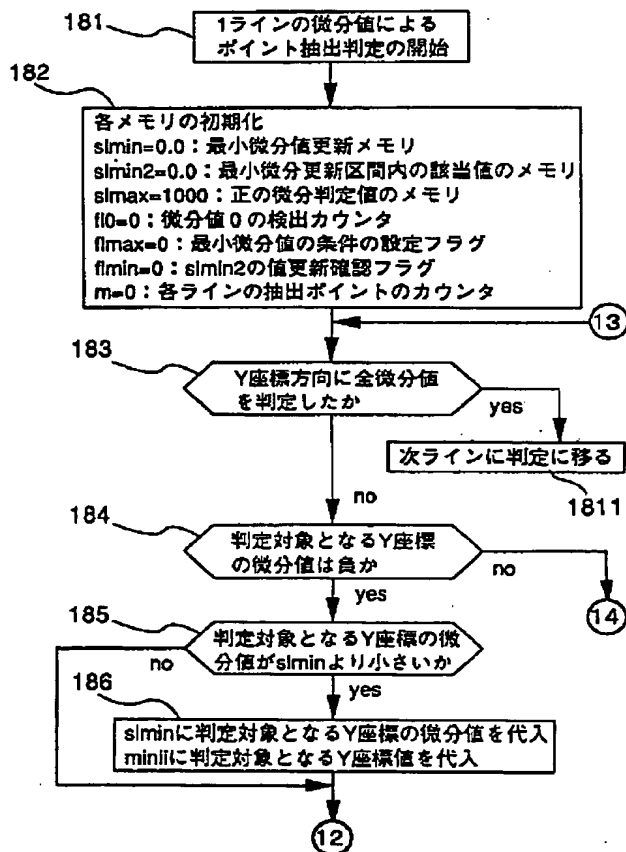
【図30】



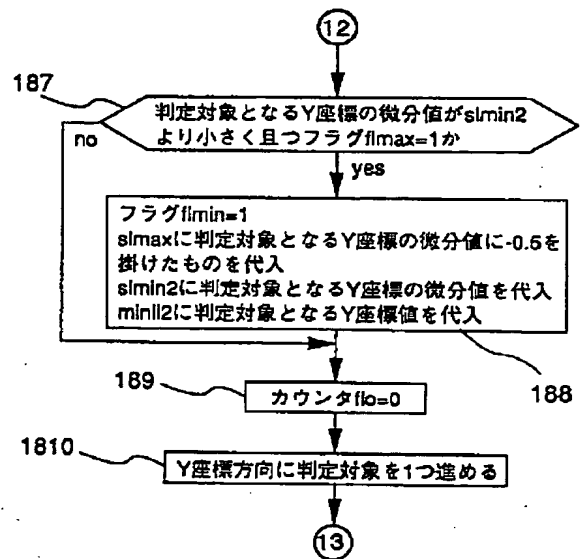
【図36】



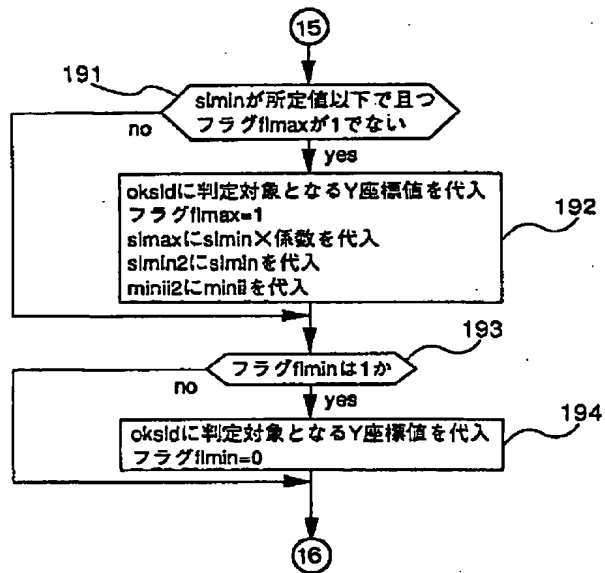
【図31】



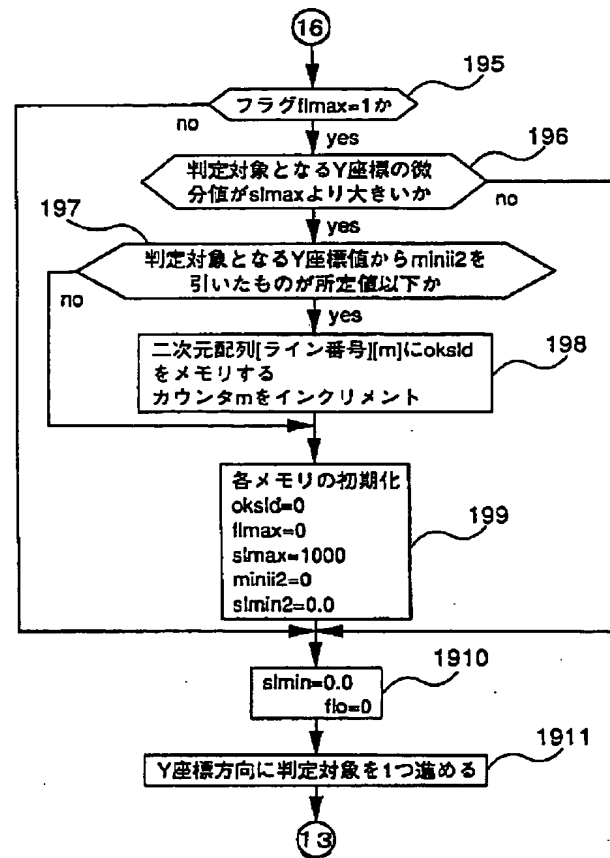
【図32】



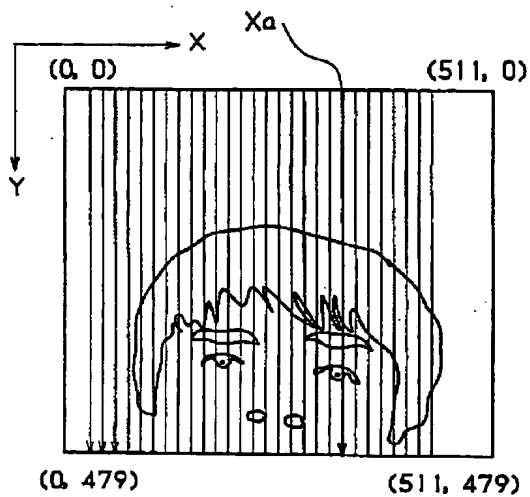
【図34】



【図35】



【図37】



【図38】

